This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06633442 0

Briefe
30 A

Briefe

über

Alexander von Humboldt's Kosmos.

Briefe

über

Alexander von Humboldt's Kosmos.

Ein

Commentar zu dieſem Werke für gebildete Laien.

Erſter Theil.

Bearbeitet

von

Bernhard Cotta,

Profeſſor.

Zweite verbeſſerte Ausgabe.

Leipzig,

T. O. Weigel.

1850.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
298331A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1927 L

An Herrn Alexander v. Humboldt.

Daß ich es wage, auf Ihrem Kosmos weiter zu bauen, geschieht zunächst auf Veranlassung des Herrn T. O. Weigel, welcher mich dazu aufgefordert hat; ich wäre nicht auf diesen kühnen Gedanken gekommen, aber einmal darauf gebracht, verfolge ich ihn selbst zwischen den gewaltigen Zeitbewegungen hindurch mit großem Genuß. Ja die Beschäftigung damit trägt sogar sehr zur Beruhigung des Gemüths bei, und ich will wünschen, daß das Resultat dieser Beschäftigung auf Andere in ähnlicher Weise einzuwirken vermöge.— Das wird die eine meiner Bestrebungen sein; eine andere und die hauptsächlichste ist es, die Wirkung Ihres Kosmos noch mehr zu verallgemeinern, die Wellenkreise wissenschaftlicher Bewegung, die von Ihrem gewaltigen Wurf ausgehen, weiter und weiter ausschwingen zu lassen.

Nicht wenig bin ich gespannt zu hören, was Sie dazu sagen werden, daß ich auf einen so kühnen Plan eingegangen bin. Aber ich rechne dabei auf Ihre unendliche Güte, denn ich habe Sie noch nie anders als gütig gesehen.

Erwarten Sie von mir, der ich in einem verhältnißmäßig stillen Winkel Deutschlands lebe, nicht, daß ich mich über die Ereignisse des Tages ausspreche, die mich tief erregen, die ich aber nicht zu übersehen vermag. Ich kann nur sagen, daß ich

im deutſchen Strom ſchwimme, wie in einem ungewohnten Element, was trotz Gefahr und Neuheit unwiderſtehlich anzieht, und faſt ungeahnete Hoffnungen neben mancherlei Beſorgniſſen aufkeimen läßt.

Kein Thron ſteht jetzt ſo feſt, als der der Wiſſenſchaft, und vor ihm beugt ſich tief

Freiberg, 2. April 1848.

B. Cotta.

An meinen Verleger!

Mit großer Freude erſehe ich aus Ihrer Zuſchrift, welche ich, von einer Reiſe aus den Alpen zurückkehrend, hier vorfand, daß Sie eine neue Ausgabe meiner Briefe für nöthig halten, und füge die nöthigſten Abänderungen für dieſelbe hier bei. Alles das umzugeſtalten, deſſen Umgeſtaltung mir wünſchenswerth erſcheint, iſt mir bei der Kürze der Zeit, die Sie mir zugeſtehen, unmöglich.

Freiberg, am 6. October 1849.

B. Cotta.

An die Leſer.

Alexander v. Humboldt hat ſich im Kosmos die große Aufgabe geſtellt, unſer Wiſſen von dem Einzelnen der Natur zu einem Ganzen zu vereinigen; die Naturwiſſenſchaften zu einer Naturwiſſenſchaft einzuſchmelzen; die Einheit in der Vielheit zu zeigen; „die Erſcheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zuſammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganze aufzufaſſen.“ Der Kosmos ſoll alſo die einzelnen Strahlen der Naturkenntniß in einem Brennpunkt ſammeln.

Es konnte da nicht ſeine Abſicht ſein, die einzelnen Doctrinen ſyſtematiſch an einander zu reihen, noch weniger, jede für ſich, wie in einem Lehrbuch, oder einer Encyklopädie zu bearbeiten. Um die einzelnen Zweige des Naturwiſſens gründlich zu ſtudiren, bricht man ſie von dem Baume, reißt ſie aus ihrem gemeinſamen Verbande, ſtreckt ſie in eine ſyſtematiſche Form und unterſucht Blatt für Blatt in einer beſtimmten Reihenfolge. Ein ſolches Verfahren, eine ſolche ſyſtematiſch geordnete, zergliedernde Bearbeitung der Naturwiſſenſchaften iſt aber unmöglich, ſobald man ſie in ihrem allgemeinen natürlichen Verbande darſtellen will.

Die Lichtpunkte, welche menſchlicher Verſtand in dieſem Gebiet erfaßt hat, liegen nicht in einer einfachen Reihe hinter einander, auch nicht in einer Ebene. Sie ſind wie die Sterne im Weltraum allſeitig vertheilt und gruppirt. Die verbindenden Strahlen bilden ein körperliches Netz, ein vielfach verſchlungenes Gewebe, und wenn man ſie nur in einer Richtung wie einen leitenden Ariadnefaden verfolgt, verliert man leicht ihren allgemeinen Zuſammenhang aus dem Auge, gewinnt kein über-

ſichtliches Bild von dem Plan des Labyrinthes, von dem Gebäude der Welt und ihrem Haushalt.

Wie es nicht der Zweck des Kosmos iſt und ſein kann, über einzelne Naturwiſſenſchaften zu belehren, ſo kann es auch nicht ſeine Aufgabe ſein, vorzugsweiſe Neues zu lehren, neue Entdeckungen mitzutheilen. Er faßt nur das Gewonnene mit kühnem Griff zuſammen und zeigt ſeine Harmonie.

Es verſteht ſich von ſelbſt, daß bei ſo umfaſſender Darſtellung immer nur die überwiegenden Erſcheinungen und Geſetze hervorgehoben werden können, alle untergeordneten Wirkungen und Erſcheinungen müſſen, um die Darſtellung nicht unklar zu machen, um namentlich den Laien nicht ganz zu verwirren, wie nicht vorhanden übergangen werden. Darin liegt die Schwierigkeit und die Kunſt ſolcher Darſtellung, daran ſcheiterten ſo oft gerade die gründlichſten Forſcher, wenn ſie ſich allgemein verſtändlich machen wollten.

Während die einzelnen Naturwiſſenſchaften nur auf Beobachtungen fußen und auf ihrem ſicheren Boden weiter ſchreiten, mag ein ſolcher umfaſſender Ueberblick, wie ihn der Kosmos verſucht, ſich hier und da wohl darüber erheben und durch den combinirenden Verſtand den Weg zu einem allgemeinen Naturverſtändniß anbahnen. Aber der echte Naturforſcher verfährt hierbei nie umgekehrt, er deducirt nicht die Welt und ihre Geſetze aus dem Verſtande, wie es die deutſche Philoſophie verſucht hat. Er betrachtet nicht die Welt als ein Reſultat des Denkens, ſondern das Denken als ein Reſultat der Welt, der Beobachtung derſelben. Der menſchliche Verſtand, die Geſetze des Denkens, ſind geworden wie ſie ſind, weil die Welt iſt, wie ſie iſt. Die Formung des Organiſchen hat ſich immer und überall den unorganiſchen Lebenselementen gefügt und angeſchmiegt. Ja wir könnten von unſerem beſchränkten irdiſchen Standpunkte aus ſogar verſucht ſein, zu behaupten, daß der Menſch mit ſeiner Intelligenz das endliche Reſultat einer langen Entwickelungsreihe organiſcher Weſen ſei, die durch alle ihre Generationen eine unermeßliche Summe äußerer Eindrücke (unbewußte Beobachtungen der Natur und ihrer Geſetze) aufgenommen und ſich eben dadurch zu einem denkenden verſtändigen Weſen empor gearbeitet habe. Sicher iſt es wenig-

stens, daß in der organischen Schöpfung des Erdkörpers eine allmälige Steigerung stattfand, die erst nach unermeßlichen Zeitepochen der Entwickelung in der menschlichen Intelligenz ihren jetzigen Culminationspunkt erreichte, von dem wir nicht wissen, ob es der äußerste ist. Aber menschlicher Hochmuth hat sich solcher Anschauungsweise von je her widersetzt. Der Herr der Erde will nicht ihr Kind sein, er beansprucht, und zwar Jeder einzeln, einen unmittelbar von Gott eingegebenen Geist.

Es ist begreiflich, daß ein Gemälde der Natur, wie es v. Humboldt im Kosmos versucht hat, wenn es nicht auf jeder Seite in specielle Belehrung ausarten will, nur dem ganz verständlich sein kann, der eine bedeutende Summe von Naturkenntniß mitbringt. Sehr begreiflich also, daß Tausende, welche das merkwürdige Buch mit Eifer ergriffen, es in gewissem Grade betrübt aus der Hand legten, mit dem niederschlagenden Gefühl, daß sie es nicht ganz verstehen, obwohl sie die Fülle des Inhaltes auf jeder Seite ahneten und durch die hochpoetische Darstellung länger daran gefesselt wurden, als dies außerdem der Fall gewesen sein würde. v. Humboldt sagt hierüber selbst: „Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu voller Klarheit zu bringen, da, wo specielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigend erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Theilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen."

Durch einen weltberühmten Namen getragen, hat das Buch unter diesen Umständen wohl eine noch größere Verbreitung gefunden, als ihm, wenn es sich um sein volles Verständniß handelt, eigentlich zukommt, d. h. Tausende besitzen und lesen es, die es nicht verstehen. Jeder Gebildete glaubt, er muß den Kosmos gelesen haben, und doch ist es unmöglich, daß Jemand, der nicht beträchtliche naturwissenschaftliche Kenntnisse besitzt, ihn völlig verstehe, obwohl einigen Genuß und einige Belehrung ein Jeder daraus zu ziehen vermag.

Der Erfolg ist dennoch ein großer, gar Mancher ist dadurch angeregt worden, seinen Mangel zu ersetzen, sich Begriffe zu verschaffen, die ihm fehlen, von gar manchen meiner Freunde bin ich selbst schon angegangen worden, ihnen einen Weg hierzu zu zeigen. Solchen zu Hülfe zu kommen, ist der Zweck dieser Briefe. Daraus ergiebt sich schon, daß sie vorzugsweise für die bestimmt sind, die gern einige Freistunden dem allgemeinen Verständniß der Natur widmen möchten, ohne einen Zweig dieser Wissenschaft, oder mehrere, speciell studiren zu können. Für specielles Studium der Naturwissenschaften sind Lehrbücher und andere Hülfsmittel genug vorhanden. Diese Briefe sollen nur dazu beitragen, daß Laien vom Kosmos noch etwas mehr verstehen können, als bisher. Sie beziehen sich möglichst auf v. Humboldt's Kosmos und verfolgen seinen Plan in derselben Ordnung. Erwarten Sie darum keinerlei systematischen Bau, sondern nur abgerissene Bemerkungen über einzelne Gegenstände der Natur. Neben jeder Seitenüberschrift sind die betreffenden Seitenzahlen des Kosmos (der ersten Auflage des ersten Bandes) angeführt. Nur hier und da habe ich Zusätze zu dem Vorhandenen gewagt, die das Gebiet der Erläuterung überschreiten.

Ich werde mich hier nicht über die Methode verbreiten, die ich wählte, um meinen Zweck zu erreichen. Sie mögen dieselbe aus dem Inhalte selbst ersehen und beurtheilen. Nur so viel will ich im Voraus bemerken, daß ich nicht beabsichtige, Satz für Satz einzeln zu beleuchten, sondern daß ich vielmehr nur das Wichtigere hervorheben und in freier Briefform besprechen werde. Bleibt dann dem Leser auch Manches noch dunkel, so mag er sich mit dem Erlangten begnügen, oder auf anderem Wege weitere Belehrung suchen. Daß ich dabei von aller gelehrten Ausschmückung, namentlich von Citaten, mich möglichst frei halten muß, versteht sich von selbst.

Aber nicht unterlassen konnte ich es, der sogenannten naturphilosophischen Richtung hier und da entgegen zu treten, da sie, aus dem Gebiete der ernsten Forschung glücklich verbannt, jetzt nicht ohne Erfolg versucht, sich populär zu machen. Natürlich konnte ich dabei nur die bedeutenderen Repräsentanten dieser Richtung besonders beachten, denen es gelungen ist, durch geistreiche Darstellung ein großes Publikum zu gewinnen.

In 40 Briefen finden Sie nun folgende Gegenstände besprochen:

Seite

1) **Naturgenuß** 1
2) **Stoffe und Kräfte**, Werden und Sein, Naturphilosophie . . 5
3) **Fixsterne**, Parallaxe derselben, Stern-Aichung, Sterngruppen, Milchstraße, Lichtnebel, Bewegung der Fixsterne 13
4) **Doppelsterne, Grenzen der Beobachtung**, Weltbau, Weltäther 18
5) **Unser Sonnensystem**, neue Planeten, Zodiakallicht, Sternschnuppenzüge 22
6) **Bewegungsgesetze.** Keppler, Newton 23
7) **Dichtigkeit der Himmelskörper.** Bestimmungsweise derselben 27
8) **Unser Mond**, Bahn desselben, keine Atmosphäre und kein Wasser, Oberflächenform 30
9) **Kometen.** Beschaffenheit derselben, Polarisirung, 1769, 1807, 1811, 1824, Polarisation des Lichtes 36
10) **Meteorsteine und Sternschnuppen.** Frühere Ansichten, Bestandtheile, vorweltliche Meteorsteine, Meteorsteinfall v. Braunau 42
11) **Bewegung der Fixsterne.** Ungleichzeitigkeit des Sichtbaren . 47
12) **Bekannte Erdkruste.** Dicke derselben 49
13) **Form der Erde.** Früherer Zustand, Theorie, Gradmessungen, Pendelbeobachtungen, Einflüsse auf die Mondbahn 51
14) **Dichtigkeit der Erde.** Bestimmt durch Pendelbeobachtungen und die Drehwage 58
15) **Innere Wärme der Erde.** Beständigkeit derselben . . . 61
16) **Magnetismus der Erde.** Declination, Inclination, Intensität, Schwankungen, Diamagnetismus 64
17) **Leuchten der Weltkörper.** Polarlichter, Meeresleuchten, Vulkane, Waldbrände 70
18) **Vulkanische Thätigkeit.** Frühere Deutungen, Erklärung, Entstehung der Insel Ferdinandea, Reihenvulkane, Centralvulkane, Erschütterungsgebiete, Erhebungskrater, Aufschüttungskrater 74
19) **Gasquellen.** Deren Ursachen 82
20) **Geyser.** Erklärung derselben 84
21) **Der innere Bau der Erde.** Geognosie, Geologie, Gesteine, Schichtgesteine, Schiefergesteine, Massegesteine, Ganggesteine . 91
22) **Die Bildung der festen Erdkruste.** Urgebirge, Erstarrungskruste, Eruptivgesteine, Schichtgesteine, vorweltliche Organismen 103
23) **Bildung der Gesteine.** Neptunische, metamorphische, plutonische, vulkanische, organische 123
24) **Geschichte der Organismen.** Bedeutung derselben, erste Entstehung, Entwickelungsreihen 136
25) **Erratische Blöcke** 169

Seite

26) **Vertheilung des Landes auf der Erdoberfläche.** Urſachen derſelben, Form der Oberfläche, Einfluß auf das Leben . . 174
27) **Langſame Hebung und Senkung des Landes,** in Schweden 181
28) **Erhebung der Gebirgsketten.** Elie de Beaumont's Theorie, Unabhängigkeit vom Waſſerlauf 184
29) **Fluth und Ebbe.** Erſcheinung und Theorie derſelben . . . 187
30) **Circulation des Waſſers auf der Erde.** Quellen, kalte, warme, mineraliſche, arteſiſche, Flüſſe, Meer, Meeresſtrömungen, Verdunſtung und Niederſchlag 194
31) **Gletſcher.** Ihre Bewegung, Moränen, Gletſchertiſche, Theorie, frühere Ausdehnung 204
32) **Die Atmoſphäre.** Beſtandtheile, Einfluß auf das organiſche Leben, Höhe derſelben, Luftdruck 217
33) **Klima.** Urſachen, ungleiche Vertheilung der Wärme, Seeklima, Continentalklima 226
34) **Wetter.** Wetterregeln, Einfluß der Temperatur, Einfluß der Luftſtrömungen, Drehungsgeſetz der Winde, Einfluß des Feuchtigkeitszuſtandes der Luft, Gewitter, Wolkenbildung . . . 236
35) **Das organiſche Leben auf der Erde.** Weſen deſſelben, Unterſchiede deſſelben, Entſtehung der Unterſchiede, Urzeugung, Schöpfung und Entſtehung 254
36) **Infuſorien und Korallen.** Thiere in Schnee und Eis, Korallenriffe und Inſeln 269
37) **Gleichgewicht des organiſchen Lebens,** durch Fortpflanzung und Ernährung bedingt 277
38) **Verbreitung der Thiere und Pflanzen,** Pflanzenzonen, Verbreitungsweiſe der Thiere und Pflanzen, Keeling-Inſeln, Radak-Inſeln, Galopagos-Inſeln, Thier- und Pflanzenzonen . . . 280
39) **Der Menſch.** Abſtammung, Racen, Entſtehung des Menſchen, Hirn- und Kopfform, Phrenologie 293
40) **Rückblick** 329

Erſter Brief.

Naturgenuß.

Je niedriger ein Menſch in intellectueller Hinſicht ſteht, deſto weniger Räthſelhaftes hat für ihn das Daſein ſelbſt: ihm ſcheint vielmehr ſich Alles wie es iſt und daß es ſei, von ſelbſt zu verſtehen.

Arth. Schopenhauer.

Sehen Sie ſich um in allen Werkſtätten des Geiſtes; die den Menſchen umgebende Natur iſt das Gebiet, auf welchem freies Forſchen nach Wahrheit am wenigſten angefeindet wird. Der Eifer für Verbreitung naturwiſſenſchaftlicher Wahrheiten oder Irrthümer hat noch keine ſicilianiſche Vesper, keine Bartholomäusnacht, keine Septembermorde gezeugt. Die Preſſe, bisher oft ſo ſpröde in anderen Dingen, hat den Wahrheiten oder Irrthümern der Naturforſcher kaum je ihre Stimme verweigert; wohl mancher Cenſor ſchrieb ſein imprimatur mit ironiſchem Lächeln auf unſere harmloſen Blätter.

Das Studium der Natur *außer uns* vermag nicht ſo zu ſpannen, auf die Phantaſie zu wirken und Leidenſchaften aufzuregen, als das Studium menſchlicher Charaktere, Empfindungen und Handlungen. Es iſt durchaus milde in ſeiner Wirkung, es überzeugt nur durch Gründe, nicht durch Gefühle. Die Beobachtungen der Natur außer uns ſind ihrem Weſen nach ganz objectiv, deshalb unbefangener und ſchärfer, als die Unterſuchungen im Gebiete der Moral, Religion, Politik oder Geſchichte,

bei denen ſtatt Maß und Gewicht ſtets nur individuelle Schätzung angewendet zu werden vermag. Jene gewähren für einen lebhaften Geiſt oft nicht ſogleich die Anregung und Befriedigung wie dieſe; dem geduldig Forſchenden aber unzählige glückliche Stunden und dankbare Reſultate von größerer Sicherheit, als das ſchwierige Studium der menſchlichen Natur je zu bieten vermag. —

Das wichtigſte Streben des Naturforſchers iſt *das Erkennen des Nothwendigen*, *das Erkennen von Urſache und Wirkung* und als unerreichtes Ziel *das Erkennen des natürlichen und nothwendigen Zuſammenhanges aller Dinge und Vorgänge*.

Glauben Sie mir, wer je den Genuß empfand, auch nur zwei neue Beobachtungen in ſolchem organiſchen Zuſammenhange zu erkennen, daß ſich die eine als nothwendig aus der anderen ableiten läßt; wer je das Glück hatte, Urſache und Wirkung irgend eines Naturvorganges aufzufinden und gründlich zu durchſchauen: der wird ſolchen Genuß kaum noch vertauſchen mögen gegen die für den Augenblick mächtiger aufregenden tiefen Blicke in religiöſe oder ſociale Zuſtände der Menſchen. Sie bleiben ſtets unſicher und unzuſammenhängend, ſo lange man nicht auch bei ihnen die organiſche Urſache nachweiſen kann, wodurch ſie dann in das Gebiet der Naturforſchung fallen. —

Fragen wir nun gar nach dem Nutzen für die Menſchheit? Welches politiſche oder ſtaatswirthſchaftliche Syſtem, welche Poeſie, ja ſelbſt welche Religion, hat die Cultur der Menſchen in dem Grade (ſage man immerhin materiell) gefördert, als die Fortſchritte der Naturwiſſenſchaften? Von den kleinſten Bequemlichkeiten des Lebens bis zu den einflußreichſten, die Exiſtenz von Millionen bedingenden Erwerbszweigen, verdanken wir beinah alle Entdeckungen des letzten Jahrhunderts den Naturwiſſenſchaften und der auf ſie angewendeten Mathematik. Die Naturforſchung iſt die letzte Entwickelungsſtufe der Menſchheit; der erſten materiellen Entwickelung folgten nach einander Poeſie, Religion und Philoſophie, erſt zuletzt die Naturforſchung als herrſchende Richtung. *Beſſel*[1]) ſagt bildlich: Die Menſchen lernten erſt gehen, dann buchſtabiren, dann leſen, aber erſt ſeit *Newton* verſtehen.

Es würde freilich den Werth jener Geistesentwickelungen sehr verkennen heißen, wenn man sie dem Naturwissen unterordnen wollte; das ist nicht die Meinung. Sie müssen alle neben einander fortbestehen, um den Menschen auf der Höhe der Gesittung zu erhalten. Die gemüthliche Sphäre der Menschheit ist durch jene unendlich gefördert worden, aber das Begreifen der Welt und ihrer Gesetze, diese höchste Erhebung über das Thier, hat erst in den letzten Jahrhunderten begonnen.

Zuerst erkannte man sogenannte physikalische Gesetze, wie das der Schwere, dann chemische, wie das der Wahlverwandtschaft; jetzt ist man daran, die organischen zu finden, und endlich wird auch das große Räthsel psychischer Thätigkeit durch Beobachtung gelüftet werden, welches durch bloßes Nachdenken zu entziffern, man so lange vergeblich bemüht war.

Ich habe Ihnen da viel von dem Genuß und Nutzen des Studiums der Natur gesprochen, aber gar oft wirft man ihm vor, daß es sich auch in unnütze Haarspaltereien und Speculationen verliere. Man will es eben nur als melkende Kuh anerkennen, und abstracte Speculation der Philosophie allein gestatten. Man hat z. B. der geologischen Speculation über die Entstehung der Erde vorgeworfen, sie führe zu keinerlei praktisch nutzbaren Resultaten. Man solle doch lieber alle Kraft darauf verwenden, nutzbare Lagerstätten zu finden statt bloße Erklärungen dunkler Phänomene. Aber die Wissenschaft an sich sucht kein anderes Gold, als das der Wahrheit, das andere findet sie nur nebenbei. Jede erkannte Wahrheit ist von ewiger Dauer, von fortwirkendem Nutzen. So auch die Wahrheiten der Geologie, abgeleitet aus zuverlässigen Beobachtungen der Natur. Sehen wir auch nicht ein, wie und wozu irgend eine Entdeckung von scheinbar rein wissenschaftlichem Werthe dem praktischen Leben je nützen könne, so schließt dies unberechenbare praktische Folgen doch keineswegs aus.

Daß gewisse Gesteinsschichten, die keinen technischen Werth haben, in einer bestimmten Reihenfolge über einander liegen, erscheint an sich für das Leben höchst unwichtig, und doch beruhen nur auf solchen Beobachtungen die Schlüsse, durch welche man in gewissen Gegenden durch tiefe Bohrlöcher Salz

oder Kohlen aufgefunden hat, von denen an der Oberfläch keine Spur zu sehen war; in Gegenden, in welchen der klügst Mensch ohne geologische Kenntnisse niemals hätte darauf komme können, daß einige hundert Ellen unter seinen Füßen solch Schätze verborgen liegen.

Die Geologie hat aber allerdings von jeher gerade di verführerischeste Gelegenheit und den freiesten Spielraum fü halt- und fruchtlose luftige Hypothesen geboten. Sehr natürlic ist das, denn sie läßt die Phantasie hinschweifen über Zeite und Räume, die jeder menschlichen Beobachtung für immer en zogen sind. So nähert sie sich in diesem Punkte denjenigen Wi senschaften, die überhaupt nicht auf unmittelbaren Beobachtunge beruhen. —

v. Humboldt bekämpft S. 19 und 21 die Furcht, ein zu genaue Kenntniß des Einzelnen störe den Genuß des Ga zen der Natur, der Botaniker sehe den Wald, wegen der ein zelnen Bäume, der Mineralog die Berge, wegen der einzelne Steine nicht mehr. Sehr treffend ist auch, was hierüber Ch Darwin am Schlusse seiner naturwissenschaftlichen Reisen b merkt. „Es ist wahrscheinlich, daß die malerischen Schönheite von manchen Theilen Europa's Alles übertreffen, was wir z sehen Gelegenheit hatten. Aber es ist ein immer wachsende Vergnügen, den Charakter der Landschaft in verschiedenen Ge genden zu vergleichen, was bis zu einem gewissen Grade vo bloßer Bewunderung der Naturschönheiten verschieden ist. E hängt mehr von einer Bekanntschaft mit den einzelnen Theile jeder Ansicht ab. Ich bin sehr geneigt zu glauben, daß, wi in der Musik, wo der, welcher jede Note versteht und den g hörigen Geschmack besitzt, auch das Ganze mehr genießt, so auc der, welcher jeden Theil einer schönen Landschaft untersucht, de vollständigsten Eindruck davon erhält. Jeder Reisende sollte des halb Botaniker sein, denn Pflanzen bilden in allen Ansichten di Hauptzierden."

Der Genuß der Natur steigert sich durch ihr Erkennen zu Bewunderung und Verehrung. Dem Naturforscher ist die ganz Schöpfung ein Wunder und zugleich eine Offenbarung, nich aber das Einzelne darin. Er sieht alle Dinge und Vorgäng in höchster Vollendung und Gesetzmäßigkeit, und wenn er dies

auch noch nicht allenthalben erkennt, so darf er sie doch überall erwarten und wird sie zu erkennen streben. Eine Ausnahme von erkannten Naturgesetzen ist noch nie gefunden worden. An solche Ausnahmen glaubt darum der Priester der Natur nicht. Aber sein Altar und sein Hochamt sind überall, unter jedem Baum, auf jedem Berg, in jedem Sonnenstrahl.

Zweiter Brief.

Stoffe und Kräfte.

Nur das Werden giebt eine Vorstellung von dem Wesen des Seins. Jordan.

Wo Sie nur immer eine Erscheinung der Natur aufmerksam beobachten, wird gewiß auch überall die Frage nach deren Ursache sich Ihnen aufdrängen.

Die bloße Weltbeschreibung genügt nicht dem menschlichen Geiste, er hat von jeher Aufschlüsse über die Ursachen der Dinge und über ihre Entstehung gesucht. In dem Werden liegen die Ursachen des Seins, und in dem Sein ist das Werden verhüllt; aber es ist ungleich schwieriger, das Werden der Dinge zu erforschen als ihr Sein. Man kann meist jenes, da es vollendet, nur aus diesem schließen. Wie es nun zu geschehen pflegt, so ward das schwer zu Findende gar häufig durch Hypothesen ersetzt, oder man begnügte sich auch wohl, einen dunkelen Vorgang durch einen anderen eben so dunkelen zu erklären. Durch bloße Vergleichung zu erklären ist aber stets gefährlich und läßt nur zu leicht den Schein für Wirklichkeit nehmen. So z. B. wenn man sagt: „Die Sternschnuppen sind die Infusorien unter den Weltkörpern" — „Der Weltraum ist durchkreuzt zu denken, von unendlichen Lichtsäulen, welche gleichsam als ätherische Nervenfäden die Bänder gemeinsamen allverbreiteten Lebens werden" — „So wie im

bebrüteten Ei sich Kreise um Kreise auf der Dotterkugel bilden, bevor die gesonderten Blutkügelchen sich auch in Kreisen zu bewegen anfangen, und so wie der peripherisch kreisende Ring des Saturn offenbar die Vorbildung ist zum Kreisen einer aus solcher Peripherie zusammengezogenen Mondkugel, so zeigen sich hie und da im Firmament ringförmige Lichtnebel, welche allerdings zu den kreisenden Doppelsternen leicht in einem ähnlichen Verhältnisse stehen könnten wie der Ring des Saturn zu anderen frei gewordenen Mondkugeln" [2]) — „Die Gebirge bilden das Knochengerüste der Erde" u. s. w. Wenn man so die Natur der Dinge zu erklären versucht, so ist damit eigentlich gar nichts gewonnen, es können vielmehr gar leicht falsche Vorstellungen dadurch geweckt werden.

Auf solche Weise, durch unbegründete Vermuthungen, durch das Streben zu systematisiren, ehe man das Einzelne kennt, oder durch falsche Analogieschlüsse, sind die schwebenden Begriffe von bestimmten Naturkräften, die Ansichten vom organischen Leben der Erde oder der Welt und alle die bilderreichen Naturdeutungen der sogenannten Naturphilosophen entstanden, die jeder Schärfe der Auffassung entbehren und poetisch klingende Phrasen statt Wahrheit geben. Hierher gehört es z. B., wenn ein geistreicher Schriftsteller der neueren Zeit, zunächst mit gänzlicher Vernachlässigung mathematischer Wahrheit, die Kugelform der Welt aus der Unendlichkeit (und darum Gleichheit) aller ihrer Durchmesser beweist und dann darin den Grund erblickt, „warum jeglichem organischen Einzelwesen (als integrirendem Theil der Welt) die Gestalt der Kugel als früheste Grundform seines Daseins zukommen muß." [2]) —

Hier ist es nun, wo ich mich mit Ihnen zunächst über einen Ausdruck verständigen möchte, der in diesen Briefen noch oft wiederkehren wird, und der nur zu oft zu falschen Begriffen verleitet hat. Es ist das der Ausdruck *Kraft* oder *Naturkraft*. Wohl sehr gewöhnlich denkt man sich darunter etwas Selbständiges, die ganze Natur wie ein immaterieller Geist Durchdringendes.

Wir kennen in Wirklichkeit nur *Stoffe* (Körper) und beobachten an ihnen gewisse *Vorgänge*, Bewegungen, Veränderungen, Umformungen, deren Ursachen wir *Kräfte* nennen.

Dieſe ſogenannten Kräfte (es iſt eben nur ein Ausdruck, ein Begriff, keine Sache) ſchließen wir nur aus ihren Wirkungen, aus den Veränderungen der Körper. Sie ſelbſt ſind ihrem Weſen nach etwas nicht wirklich Exiſtirendes und folglich durchaus Unerkanntes, nur die Geſetzmäßigkeit der Wirkungen iſt mehr oder weniger erkannt, und hiernach können wir Unterſchiede unter ihnen machen.

Nichts in der Welt berechtigt uns, die Exiſtenz von Kräften an und für ſich, ohne Körper, von denen ſie ausgehen und auf die ſie wirken, vorauszuſetzen. Noch nie iſt eine Kraft ohne materiellen Gegenſtand ihrer Wirkung, noch nie eine anders, als aus ihrer materiellen Wirkung erkannt worden, d. h. man nennt eben die Urſachen gewiſſer Wirkungen *Kräfte*, ohne ſie dadurch als etwas für ſich Beſtehendes zu bezeichnen. Wir ſind deshalb, wenn wir uns nicht in bodenloſe Hypotheſen verlieren wollen, auch nicht berechtigt, das, was man Naturkraft nennt, für etwas Anderes zu halten, als für ein Reſultat der Eigenſchaften der Körper — für eine *Wirkung der Körper auf einander*. Die Geſetze der Schwerkraft ſind ſehr gut bekannt, aber ohne Gegenſtände, welche Schwere üben, ſind ſie für uns ganz undenkbar.

In der That ſind auch die erkennbaren Wirkungen oder Kräfte ſo verſchieden als die Körper, von denen ſie ausgehen; d. h. zwei *verſchiedene* Körper wirken nie ganz gleichartig auf einen dritten, oder, was (da die Wirkung ſtets eine wechſelſeitige) daſſelbe iſt, derſelbe Körper wirkt nie ganz gleich auf zwei verſchiedene. Allerdings können wir Gruppen, Kategorien von Wirkungen (Kräften) unterſcheiden, innerhalb welcher nur das Maß, nicht das Geſetz der Wirkungsweiſe verſchieden iſt. Eine ſolche Gruppe bildet z. B. die wahrſcheinlich allen Körpern eigene Maſſenanziehung (Gravitation) welche wir, wenn vom Erdkörper ausgehend, als Schwere bezeichnen. Das Maß, die Größe dieſer Anziehung iſt nach den bisherigen Erfahrungen für alle wirklich verſchiedenen Stoffe, wie ihre Dichtigkeit, verſchieden und dadurch die ungleiche ſpecifiſche Schwere derſelben bedingt, aber das Wirkungsgeſetz iſt bei allen daſſelbe.

Eine andere Gruppe von Körperwirkungen faßt man als chemiſche Verwandtſchaft oder chemiſche Thätigkeit zuſammen,

aber auch hierbei ist nur die allgemeine Gesetzmäßigkeit dieselbe, jeder Stoff wirkt anders, und für eine große Zahl von Stoffen ist die Art ihrer gegenseitigen Einwirkung so genau ermittelt, daß man die dadurch erfolgenden Erscheinungen genau voraus bestimmen kann. Aehnliche Gruppen bilden Magnetismus, Elektricität u. s. w. Das sind ziemlich gut erkannte Beispiele solcher Kategorien von Körperwirkungen, aber wir können uns keineswegs rühmen, alle die verschiedenen „Kräfte der Natur" und ihre Gesetze zu kennen; wurde doch eine ganz neue Wirkungsweise der Körper, die diamagnetische, erst vor zwei Jahren entdeckt. Auch ihre gegenseitigen Beziehungen und Abgrenzungen sind häufig noch unklar! Oft ist nur die Mitte der Erscheinungen als gesetzmäßig erkannt, gegen ihre Grenzen hin Vieles noch in Nebel gehüllt. Aber die Naturforscher sind sich dieser Unvollkommenheiten bewußt, sie wissen, wie weit sie die Natur erkannt haben und beherrschen, so daß innerhalb dieser bestimmten, sich täglich erweiternden Sphäre ihnen nichts dunkel, unklar oder zweifelhaft ist, während sie darüber hinaus ein Schritt für Schritt zu eroberndes Gebiet nur bis zu einem gewissen Grade überblicken, in welches sie zuweilen schon kühne, aber unsichere Hypothesen als Vorposten weit hinausschieben.

Diese sichere Unterscheidung des Erkannten vom Hypothetischen ist es, welche die Naturwissenschaften sehr wesentlich von denen unterscheidet, die vorzugsweise auf subjectiver Auffassung beruhen.

Je nach der Art der Stoffe, ihrer Verbindungen und Wirkungsweisen, die als Object der Untersuchung dienen, hat man das Studium der Natur in einzelne Doctrinen gesondert, die aber allseitig in einander greifen und in Wahrheit nur ein Ganzes bilden. Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie und Anthropologie sind solche Doctrinen, man kann sie je nach Zweck und Ansicht in Gruppen vereinigen oder noch mehr zerspalten. Der Kosmos strebt danach, sie in allgemeinem Zusammenhange zu zeigen.

Es ist eine ganz natürliche Folge der ungleichen Schwierigkeit, daß die Gesetze einiger Naturkräfte bereits viel besser erkannt sind, als die anderer. Im Allgemeinen sind die physika-

lischen und chemischen Wirkungsweisen der sogenannten anorganischen Körper viel besser erkannt, als die der organischen. Die letzteren hat man zuweilen Lebenskräfte und Seelenkräfte oder Geisteskräfte genannt, und der Idee nach ganz von jenen gesondert. Gegen die unterscheidende Benennung wäre nichts einzuwenden, so lange man sie nicht vollständig mit jenen zu identificiren vermag; aber mit dieser Benennung ist das Vorurtheil nur zu innig verwachsen, sie seien ein unlösbares Problem, und dafür kann sie jetzt kein Naturforscher mehr halten. Gar Manches, was man ihrem dunklen, unerklärbaren Walten zuschrieb, ist durch die neueren Forschungen, besonders durch die im Gebiete der organischen Chemie, auf die bekannten Gesetze der Physik und Chemie zurückgeführt worden, und Niemand, der den Entwickelungsgang der Naturwissenschaften unbefangen überblickt, wird daran zweifeln, daß auch die noch unerkannten Wirkungsweisen der Stoffe in den Organismen, selbst wenn sie eigenthümlichen, noch ganz unbekannten Gesetzen folgen sollten, einst erkannt werden können. Aber wir wissen nicht, ob nicht die Schwierigkeit blos in der Mannichfaltigkeit der Einwirkungen liegt. Das Erkennen steigt ganz naturgemäß von dem Einfacheren zu dem Zusammengesetzteren auf; zuerst hat man physikalische Gesetze gefunden, dann chemische, dann organische, und so nähern wir uns immer mehr und mehr der Lösung des Räthsels der Hirnthätigkeit, welches, so viel sich jetzt übersehen läßt, als das schwierigste Problem der Naturforschung vor uns liegt. Aber während in den niederen Sphären noch gar Vieles zu lösen übrig bleibt, wird der allseitige Angriff mit Recht auch schon auf die höchsten gerichtet. Denn fast jeder Fortschritt im niederen Gebiet macht einen im höheren möglich, wie jeder empirische einen theoretischen und umgekehrt. Die neuesten physiologischen und phrenologischen Arbeiten haben wichtige Vorposten in diesem Gebiete erkämpft.

Das unklare Ahnen allgemeiner Analogien der Naturkräfte und Körper, ohne dabei die specifischen Verschiedenheiten ihrer Wirkungen zu erkennen und zu würdigen, hat oft genug sogenannte naturphilosophische Auffassungen hervorgerufen, die sich für Erklärungen des noch Unerkannten ausgaben, während es doch nur subjective Vorstellungen waren. Die Naturpoeten,

welche dieſe Richtung einſchlagen, pflegen die Erde oder die Welt überhaupt einen Organismus zu nennen. Sie finden „daſſelbe Werden und Wirken in dem Leben der Weltkörper, wie in dem Leben der uns näher ſtehenden irdiſchen Einzelweſen; ſie erkennen in der raſtlos kreiſenden Kugel des Planeten mit ihren Ein- und Ausathmungen, mit dem beſtimmten Kreislauf ihrer Gewäſſer, ihren magnetiſchen und elektriſchen Lebensäußerungen u. ſ. w. nichts weſentlich Anderes, als in dem durch gewiſſe Oscillationen im Waſſer umrollenden Infuſorium und in dem durch magnetiſche und elektriſche Gegenſätze bedingten Kreislaufe der Säfte in den höheren Geſchöpfen.“ [2]) Durch ſolche zum Theil unrichtige, zum Theil wenigſtens unerwieſene Bilder, Vergleiche und Deutungen wird für die Wiſſenſchaft nimmermehr Etwas gewonnen, noch weniger aber vermögen ſie eine richtige und klare Vorſtellung von dem Sachverhalte zu geben. Den Anfänger oder Laien können ſie nur verwirren, der Selbſtforſcher durchſchaut ſehr bald ihre Haltloſigkeit. Das iſt natürlich nicht der Weg, den v. Humboldt im Kosmos eingeſchlagen hat, um die Einheit in der Vielheit zu zeigen. Er ſucht vielmehr die Verſchiedenartigkeit der Wirkungen anſchaulich zu machen und zu zeigen, wie durch die Mannichfaltigkeit ihrer Combinationen die Mannichfaltigkeit der Welt und jedes Einzelne in ihr bedingt iſt. —

Will man Bewegung und Leben als identiſch bezeichnen, dann freilich iſt in der Welt überall Leben, jeder ihrer Theile iſt lebendig. Aber welche Verſchiedenheit des Lebens! und das iſt eben die Errungenſchaft der Zeit, daß man dieſe Verſchiedenheit theilweiſe durchſchaut, daß man weiß, daß die Bewegung des Infuſoriums im Waſſer auf andere Weiſe erfolgt, als die des Himmelskörpers im Weltraum, daß Athmen und atmoſphäriſche Strömungen, daß Saftcirculation in Organismen und der Kreislauf des Waſſers auf der Erde, ſehr weſentlich von einander verſchieden ſind.

Die Naturphiloſophen legen ihren Behauptungen freilich auch Beobachtungen zu Grunde, aber ſie verfolgen nicht die Schlußkette von Wirkung und Urſache durch all' ihre eng verbundenen Glieder, an welchen der Naturforſcher ſich mühſam emporarbeitet, keines überſpringend, ſtets ein vorhergehendes,

aber nie das erste Glied erreichend, sondern sie (die Naturphilosophen) überspringen diesen Weg, denken sich einen Anfangspunkt, leiten daraus alle Erscheinungen gewaltsam ab und sagen dann: „seht, so hängt Alles zusammen!"

Die Erscheinungen, welche wir in der Welt wahrnehmen, in ihrem Zusammenhange zu erklären, die Gesetze derselben aufzusuchen, ist die Aufgabe der Wissenschaft. Dieser Zusammenhang der Erscheinungen ist, wie die Erscheinungen selbst, ein endlicher, wenn auch nicht bestimmt begrenzter; die Endursache aller Dinge, das Gesetz der Welt wird uns ewig unerklärbar bleiben; nur nähern können wir uns der ewigen Wahrheit, sie erreichen nie. Da, wo wir in den Erscheinungen eine stete Analogie, eine Gesetzmäßigkeit wahrnehmen, nennen wir die Ursache dieser Erscheinung Kraft. Vielleicht gelingt es der Forschung, diese Kraft auf eine andere zurückzuführen, und für diese wieder eine Ursache zu finden und so fort. So hat man die chemische Verbindung auf das Gesetz der Verwandtschaft der Stoffe zurückgeführt, bei näherer Betrachtung erkannte man dieses als die Ausgleichung des elektrischen Gegensatzes, und der nächsten Zukunft ist es vielleicht vorbehalten, die Ursachen der Elektricität zu entdecken. Niemals verläßt aber der Forscher das Gebiet der Wirklichkeit. In der Kette von Wirkung und Ursache, die wir in den Erscheinungen verfolgen, sind wir nicht berechtigt, die späteren Glieder in einer anderen Welt zu suchen, denn wir dürfen nach den einfachen Gesetzen der Logik nichts annehmen, was wir nicht nachweisen können. Jede Erklärung, welche die Ursachen der materiellen Welt in einer angenommenen geistigen sucht, gleicht jener Annahme der generatio aequivoca, welche mit der Vervollkommnung der Instrumente immer weiter zurück, außerhalb der Grenze der Beobachtung gerückt ist, weil sie nämlich nie da, wo man sie noch beobachten könnte, sich fand. Solche Annahmen kann man nicht streng widerlegen, aber noch viel weniger beweisen.

Ganz anders verfahren die echten Naturforscher. Wenn sie eine Ursache aus ihrer Wirkung ableiten, so suchen sie sich stets dem mathematischen Beweise zu nähern, z. B. einem solchen: Die Zahl 8 sei als Wirkung gegeben und als ihre eine Ursache die Zahl 2 in der Function ihrer Ver-

vielfältigung, die gesuchte andere Ursache ist dann unbedingt die Zahl 4.

Die Wirkungen der Körper auf einander sind in Wirklichkeit nie einfache, ungestörte. In gewissem Grade influiren stets alle Körper auf einander. Die Besonderheit und Gesetzmäßigkeit sind deshalb nur dann leicht erkennbar, wenn die Wirkung nur zweier oder dreier Körper auf einander so vorherrschend und überwiegend ist, daß die Einwirkung aller übrigen in der untersuchten Beziehung dagegen in der Erscheinung fast ganz verschwindet. Das ist z. B. der Fall bei den Erscheinungen der Schwere auf der Erde, bei den Verbindungen einer Säure mit einer Base u. s. w. Jeder auf der Erde fallende Körper wird in Wirklichkeit nicht blos von dem Erdmittelpunkte, sondern auch von allen Himmelskörpern und von allen Gegenständen, die über die Erdoberfläche hervorragen, z. B. von jedem Berge, etwas angezogen, aber die Größe dieser Anziehungen verschwindet für unsere Wahrnehmung gänzlich gegen die unendlich überwiegende Wirkung der Erde. Der Körper fällt daher senkrecht und mit gleichmäßig beschleunigter Geschwindigkeit dem Erdmittelpunkte zu.

Aber keineswegs immer ist eine Wirkung (Kraft) so überwiegend. Dadurch kommt es dann, daß wir häufig die Vorgänge im Allgemeinen sehr gut zu erklären vermögen, nicht aber alle Einzelnheiten derselben, die durch eine oft unübersehbare Mannichfaltigkeit von Einwirkungen bedingt werden. Wie denn selbst alle astronomischen Bestimmungen nur Annäherungen an die Wahrheit sind. Die Klarheit der Einsicht ist dann nur durch die Mannichfaltigkeit der Erscheinung verhüllt.

Warum unser Hauch an der kalten Fensterscheibe krystallisirt, wissen wir recht wohl, wir wissen auch, daß die ungleiche Dicke des Glases, die Nähe des hölzernen Rahmens, die Differenz der Temperatur auf beiden Seiten der Scheibe, in der Höhe und in der Tiefe, daß alle kleinen Luftströmungen im Zimmer u. s. w. von Einfluß auf die besondere Configuration der Eisblumen sind und sein müssen. Wir können diese besonderen Einflüsse in besonders extremen Fällen deutlich erkennen und nachweisen, aber wirklich erklären können wir diese zierlichen Eisblumen in ihren Einzelnheiten doch nie, eben weil die

Mannichfaltigkeit und Subtilität der Einwirkungen für unsere Auffassung zu groß ist.

Je größer diese Mannichfaltigkeit und Subtilität werden, und je mehr die einzelnen Wirkungen im Gleichgewicht stehen, um so schwieriger ist ihre Enthüllung. Dieses Verhältniß steigt gewaltig von den anorganischen Erscheinungen durch die Reihe der organischen, bis zum Menschen hinauf, und im Menschen ist die Mannichfaltigkeit der Hirnthätigkeit sicher die größte, darum ihre Enthüllung so schwierig, daher die scheinbare Unabhängigkeit derselben von physischen Gesetzen, die man in ihrer Unenthüllbarkeit mit Stolz als Geistesfreiheit bezeichnet.

Das menschliche Wissen, sich forterbend von Generation zu Generation, sowohl durch Geburt als durch Lehre, ist für jede Zeit anders beschränkt. Keine Schranke ist dauernd, jede fällt, aber dahinter steht schon eine neue. Wie ein Reisender mit jedem Schritt einen neuen Horizont gewinnt, an dessen Grenzen die Gegenstände ins Undeutliche zerfließen, so auch der Wanderer im Gebiete des Erkennens. Er häuft Erkanntes zu Erkanntem, die Masse schwillt zum fast Unüberwältigbaren. Keine ewige Grenze ist ihm gesetzt, aber ewig eine Grenze.

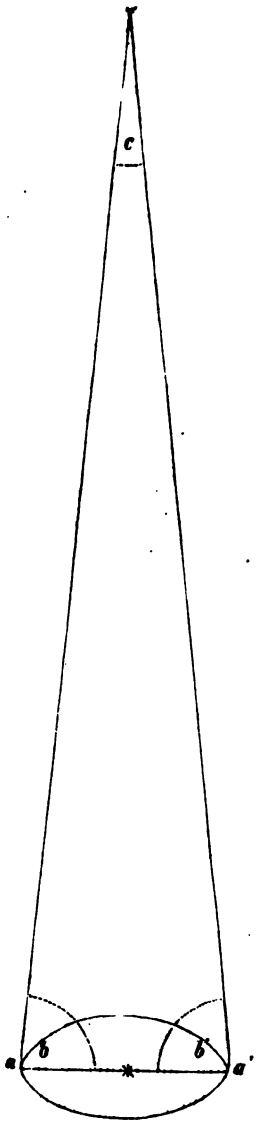
Dritter Brief.

Fixsterne.

„Der neue Stern muß entweder durch einen göttlichen Act erschaffen (creatum), oder durch irgend eine Naturkraft gezeugt (prognatum) sein. Ich bin aber der Meinung, daß man erst alles Andere versuchen muß, bevor man zur Schöpfung seine Zuflucht nimmt, denn mit ihr hört jede wissenschaftliche Erörterung auf.“

Sie werden vielleicht diesen merkwürdigen Ausspruch Kepler's als Motto für diesen Brief nicht völlig an seiner Stelle finden, betrachten Sie ihn aber als einen besonderen Abschnitt, so erfüllt er seinen Zweck. Ich wollte Ihnen jetzt zunächst

Einiges über die Entfernungen der Fixsterne und ihre Gruppirungsweise mittheilen.

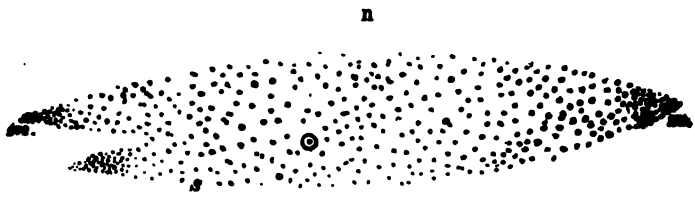


Der Organismus unseres Sonnensystems war bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit bekannt, die gegenseitige Lage der fernen Fixsterne durch unzählige Beobachtungen ihrer Erscheinung nach bestimmt und schon in der Glanzperiode der morgenländischen Völker an der scheinbaren Himmelsfläche in phantastische Figuren — zu Sternbildern — eingerahmt, um bei so geistloser Aufzählung dem Gedächtniß durch poetische Beziehungen zu Hülfe zu kommen, ehe es gelang, die Entfernung eines einzigen Fixsternes zu messen. Wahrhaft unermeßlich konnte man bis dahin diese Größen nennen. Menschlicher Scharfsinn und Ausdauer haben auch diese Schranke durchbrochen, welche nur eine Zeit lang unser Wissen beengte. Ein Fixstern gemessen, läßt hoffen, daß viele meßbar sind. Man hat die Parallaxe einiger Fixsterne gefunden, d. h. man hat einen kleinen Unterschied des Beobachtungswinkels b und b' gemessen, wenn man den Stern aus zwei diametral gegenüberstehenden Regionen oder Punkten der Erdbahn a und a' beobachtet, und daraus läßt sich dann der Winkel c finden und die Entfernung des Sternes x von a berechnen. Um solche Winkeldifferenzen, nicht größer als einige Zehntel einer Secunde, zu bestimmen, dazu gehört natürlich eine sehr große Vollkommenheit der Instrumente und vielfache Wiederholung sehr sorgfältiger Beobachtungen. Bessel hat

das äußerst complicirte Verfahren, welches er anwendete, um bis zum Jahre 1838 die erste Parallaxe eines Fixsternes, die des Doppelsternes 61 im Schwan, zu finden, in seinen durch Schumacher dieses Jahr herausgegebenen Vorlesungen I. umständlich und auch für Nichtastronomen verständlich beschrieben. Es waren dabei die eigene Bewegung der Sonne und des Fixsternes, sowie die Verzögerung des Lichtes in Rechnung zu ziehen, was das ganze Verfahren außerordentlich complicirt machte. Zudem konnten die Winkel nicht direct gemessen, sondern nur aus vergleichenden Beobachtungen berechnet werden. Bessel sagt am Schlusse seiner Darstellung: „Nimmt man die gefundene Größe der jährlichen Parallaxe des 61. Sternes des Schwans (0″,3136) als den wahren Werth derselben an, so folgt daraus seine Entfernung von der Sonne gleich 657700 Halbmessern der Erdbahn. (Also die Entfernung von a nach x 657700 mal so groß als die von a nach *. Das Licht gebraucht etwas über 10 Jahre, um diese große Entfernung zu durchlaufen. Sie ist so groß, daß sie nur begriffen, nicht aber versinnlicht werden kann. Alle Versuche, sie anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden soll, oder an der Größe der Zahl der Wiederholungen der Einheit. Die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, ist nicht anschaulicher als die, die es in 10 Jahren zurücklegt; wählt man dagegen eine anschauliche Einheit, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, welche ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so muß man 68000 Millionen solcher Tagereisen, oder fast 200 Millionen Jahresreisen zur Angabe der Entfernung des Sternes machen. — Aber jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche die auf der Erde zugänglichen weit überschreitet, verfehlt ihren Zweck und artet in das Kindische aus.“

Noch nicht durch Messung, sondern nur durch Stern-Aichung, eine eigenthümliche Methode der Sternzählung in Beobachtungsfeldern von gleicher Größe, z. B. in einem, im Fernrohr von 4 Haaren umgrenzten Quadrat, hat man auf den Bau des noch unermeßlichen Sternenhaufens geschlossen, dessen kantenartige Grenzen, wie man vermuthet, durch die Milchstraße bezeichnet werden. Man schließt daraus auf einen linsenförmigen Bau dieses Sternenhaufens, welcher, da die Sterne in der

Peripherie ringartig am meisten angehäuft sind, im Querschnitt etwa so aussehen würde:



Befindet sich unser Sonnensystem, wie die Astronomen vermuthen, in einer mittleren Region eines solchen linsenförmigen Fixsternhaufens, z. B. in ⊙, so müßten wir natürlich von diesem Standpunkte ⊙ aus in den Richtungen nach m und m selbst bei gleichförmiger Vertheilung der Sterne weit mehr derselben in gleichem Flächenraume vertheilt, in Wirklichkeit aber hinter einander erblicken, als in den Richtungen nach n n. Um so mehr muß dies aber dann der Fall sein, wenn die Sterne auch noch in der Peripherie der Linse ringförmig angehäuft sind, wie man vermuthet. Eine solche Verschiedenheit findet von der Erde aus gesehen wirklich statt, und das Extrem derselben bringt als Rand der Linse, wie man glaubt, die Erscheinung der Milchstraße hervor. — Läge unser Sonnensystem nicht in der Nähe der Mitte der Linse, sondern z. B. bei s, so würde diese Milchstraße nicht den Sternhimmel beinah halbiren, wie sie es thut, sondern sie würde nach einer Seite des Himmels zusammengedrängt sich darstellen, nach welcher man zugleich viel mehr deutliche Sterne sähe, als nach der anderen. Noch auffallender würde dies aus irgend einem Standpunkte bei m der Fall sein, und endlich von außerhalb der Linse, z. B. von x, würde sie als ein ferner Sternhaufe, Sternring oder Lichtnebel erscheinen, wie man deren jenseit der Milchstraße wirklich zu sehen glaubt.

Dergleichen feststehende lichte Nebelflecke und Ringe beobachtet man am gestirnten Himmel von verschiedener Art: theils sind sie äußerst fein und weit verbreitet, so im Schwan, der Biene und

den Fischen, theils kleiner und bestimmter begrenzt, wie im Fuchs, theils stehen noch kleinere rund abgegrenzte gruppenweise beisammen. In der Andromeda sieht man einen sehr hellen linsenförmigen Lichtnebel, der in den alten Sternverzeichnissen fehlt und deshalb vielleicht, wie der 5. Stern im Trapez des Lichtnebels im Orionschwert, erst neuerlich entstanden ist. Auch dunkle Stellen, Lichtlücken, sind in diesen Lichtnebeln ebenso wie in der großen Milchstraße beobachtet worden. Man hat diese Lichtnebel zum Theil als aus einem leuchtenden Aether entstehende Sternhaufen betrachten wollen, da aber hierfür kein bestimmter Grund angeführt werden kann, so liegt es näher, sie für unermeßlich ferne Sternhaufen dem unseren analog zu halten.

Die immensen Dimensionen eines solchen Fixsternhaufens lassen sich ungefähr aus den oben angeführten Messungen der Entfernung eines Fixsternes beurtheilen. Doch darf man dabei nicht vergessen, daß in unserer Skizze die Millionen Fixsterne unseres Haufens (300 Millionen haben die Astronomen durch Zählung in kleinen Räumen geschätzt), deren Abstände von einander für uns Menschen so lange Zeit unermeßlich waren, nur durch einige hundert Punkte vertreten werden. In neuester Zeit ist viel von einer Centralsonne unseres Sternhaufens gesprochen worden, welche Mädler in Alkyone (in den Plejaden) gefunden zu haben glaubte. Daß alle sogenannten Fixsterne, und so auch unsere Sonne mit ihren Planeten, sich durch den Weltraum bewegen, unterliegt keinem Zweifel mehr. Bei Aufsuchung der Parallaxe der Fixsterne hat man ihre Bewegung auf das Bestimmteste erkannt; sie beträgt bei unserer Sonne täglich über 800000 Meilen. Wahrscheinlich bewegen sich die Fixsterne unserer Weltinsel um einen Centralkörper, aber gefunden ist dieser noch nicht. Die Fortbewegung unseres Sonnensystems ergiebt sich unter Anderem auch aus dem im Kosmos S. 156 erwähnten scheinbaren Auseinanderrücken der Sterne, dem Aufbrechen der Milchstraße. Dieses würde aber noch viel wahrnehmbarer sein, wenn nicht die Sterne selbst sich bewegten. Es ist das dieselbe Erscheinung, die wir bei dem Durchwandeln eines schlanken Tannenwaldes beobachten. Die Stämme, welche den Ort nicht verlassen, scheinen bei unserem Weiterschreiten vor uns beständig aus einander zu rücken, was aber nur eine Folge der

ſtets wechſelnden Geſichtswinkel iſt. Aus dem kurzen Zeitraum genauer Beobachtung läßt ſich nach Wilhelm Herſchel vermuthen, daß ſich unſer Sonnenſyſtem gegen das Sternbild des Herkules hin bewegt, aber man kennt noch keine Form dieſer Bewegung, keine Krümmung der Richtung, aus welcher ſich auf einen umkreiſten Mittelpunkt, eine Centralſonne ſchließen ließe, und was Mädler hierüber als Vermuthung ausgeſprochen hat, iſt, wie geſagt, nicht erwieſen, wird von anderen Aſtronomen nicht anerkannt.

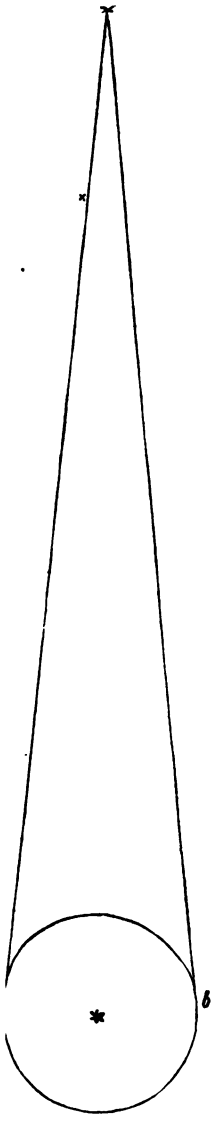
So weit aber reicht menſchliches Erkennen der Welt, daß ſich die einſtige Auffindung den Planetenbahnen ähnlicher Bewegungen aller Fixſterne unſerer Weltinſel voraus verkünden läßt, und daß wir ſelbſt für dieſe noch wahrhaft unermeßliche Weltinſel kein Stillſtehen, ſondern eine ewige Bewegung durch den Raum vermuthen müſſen. Hier liegt noch ein unendliches Feld der Forſchung menſchlichem Scharfſinn offen vor. Der kühnſte Geiſt kann ſich nicht vermeſſen, die Zeit zu beſtimmen, welche dazu nöthig iſt; die Vervollkommnungsweiſen der Inſtrumente und Beobachtungen vorauszuſehen, welche unſere Sinne für ſolche Aufgaben fähig machen werden.

Vierter Brief.

Doppelſterne, Grenzen der Beobachtung.

Sie wiſſen, daß in unſerem Sonnenſyſteme die Sonne der einzige ſtark ſelbſtleuchtende, die übrigen erleuchtende Körper iſt, um welchen, als den überwiegend größten, ſich alle die übrigen in elliptiſchen Bahnen bewegen, ohne ihrerſeits einen hier beachtenswerthen Einfluß auf die Bewegung der Sonne zu üben. Als man die Fixſterne, im Gegenſatz zu den Planeten, Monden und Kometen, als unſerer Sonne analoge Körper erkannt hatte, lag es ſehr nahe zu vermuthen, daß auch ſie als Mittelpunkte von Sonnenſyſtemen, von ähnlichen Gefolgen kleinerer, abhängig, nicht ſelbſt leuchtender Himmelskörper umgeben

ten, die man nur wegen ihrer großen Entfernung nicht zu kennen vermag. Das bleibt auch noch immerhin für die meiſten dieſer Fixſterne eine wenn auch unerwieſene Wahrſcheinlichkeit. Einige aber zeigen jedenfalls ein ſehr weſentlich anderes Verhalten, das ſind die ſogenannten Doppelſterne (Doppelſonnen) oder vielfachen Sterne.



Man hatte ſchon lange beobachtet, daß ziemlich häufig zwei Fixſterne unmittelbar neben einander ſtehen, man hielt dies aber nur für die Folge ihres Hintereinanderſtehens in ziemlich derſelben Geſichtslinie, und auf dieſe Vermuthung gründete Herſchel die Hoffnung, an dieſen ſcheinbaren Doppelſternen am leichteſten die jährliche Parallaxe meſſen zu können, weil jede Verrückung des Standpunktes, aus welchem man ſie ſieht, z. B. in der Erdbahn von a nach b, in dieſem Falle eine verhältnißmäßig leicht meßbare Differenz ihrer ſcheinbaren Entfernung von einander hervorbringen müßte: aus a würde man ſie dicht neben einander, aus b viel weiter von einander entfernt ſehen.

Dieſer Idee folgend, begann Herſchel eine planmäßige Aufſuchung der Doppelſterne. Dieſe Aufſuchung war aber ſo erfolgreich, die Zahl der gefundenen ſo groß, daß man ihr Nebeneinanderſtehen nicht mehr für blos ſcheinbar oder zufällig halten konnte. „Herſchel vermuthete ihr wirkliches Zuſammengehören, ihre wirkliche, nicht blos ſcheinbare Nähe. Auch fand er bald Mittel, ſich zu überzeugen, daß dieſe Vermuthung richtig. Er gab demzufolge die Ausführung ſeiner früheren

Absicht auf, da sie mit der früheren Vorstellung zugleich ihren Grund verlor. Allein die Doppelsterne erlangten ein selbständiges Interesse, und Herschel verfolgte dieses, indem er ihre Aufsuchung fortsetzte und endlich seine vielbewunderten Verzeichnisse dieser Gestirne lieferte." [1])

Jetzt weiß man nun, daß die echten, nicht blos scheinbaren Doppelsterne (deren es natürlich auch genug giebt), eben so wie einige drei- und vierfache, selbstleuchtende Sonnen sind, welche sich um einen gemeinschaftlichen zwischen ihnen liegenden Schwerpunkt bewegen, so etwa wie drehend in die Luft geschleuderte Kettenkugeln. Sind dergleichen verbundene Kugeln gleich schwer, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt, um den sie schwingen, in der Mitte ihrer Entfernung; ist aber die eine schwerer als die andere, so rückt natürlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt dieser näher und fällt sogar bei großer Ungleichheit in sie hinein. Dies Letztere ist auch der Fall, wenn man Erde und Mond, oder Sonne und Erde, von den übrigen Körpern unseres Sonnensystems absehend, als Doppelsterne betrachtet. Die Massendifferenzen sind hier so groß, daß namentlich der gemeinschaftliche Schwerpunkt von Sonne und Erde gar nicht weit vom Schwerpunkte der Sonne für sich allein entfernt liegt. Der Einfluß der Erde auf die Bewegung der Sonne, deshalb an sich schon sehr gering, wird aber noch geringer dadurch, daß die analogen Wirkungen aller Planeten niemals alle auf einer Seite liegen, sondern von vielen Seiten her sich stets zum Theil gegenseitig aufheben.

Dieses stete Hineinfallen des gemeinschaftlichen Schwerpunktes in den allein selbstleuchtenden Centralkörper unseres Sonnensystems, während bei den echten Doppelsternen der gemeinschaftliche Schwerpunkt zwischen zwei nahe gleich großen leuchtenden, sich um einander oder vielmehr wie zwei Tanzende um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt drehenden Himmelskörpern liegt, bedingt allerdings einen sehr wesentlichen Unterschied zwischen den Gruppirungsweisen der Weltkörper, selbst wenn wir annehmen dürften, daß auch diese Doppelsonnen ein Planetengefolge hätten, dessen Bahnen jedenfalls anders gestaltet sein würden, als in unserem Sonnensysteme.

Es sind bereits die Umlaufszeiten mehrerer Doppelsterne

aus ihren theilweise beobachteten Bahnen ungefähr berechnet worden. Die von Castor in den Zwillingen beträgt etwa 360 Jahre, die des 61. Sterns im Schwan, des *o* in der Krone, des ξ im Boot, des ω im Löwen, des δ in der Schlange und des ε im Drachen beträgt ebenfalls über 300 Jahre. Weit kleiner sind die des ξ im Bären und 70 im Ophiosus, sie betragen nur 50 bis 60 Jahre.

Wenn Sie v. Humboldt's Schilderung des Weltbaues S. 79–94 noch einmal mit mir überblicken wollen, so finden wir, von unserem Sonnensysteme ausgehend, dessen nähere Betrachtung ich in späteren Briefen folgen lasse, zunächst dieses sich bewegend in einer unermeßlichen Weltinsel (Sonnengruppe), zugleich mit unzählbaren ähnlichen Systemen und mit Doppelsonnen und drei- oder vierfachen, die vielleicht alle von kleineren Körpern verschiedener Art umkreist werden.

Die linsenförmige Weltinsel, deren äußere Kanten durch das Sternheer der Milchstraße angedeutet werden, schwimmt im Weltraume, und jenseit ihrer Grenzen leuchten als unauflösliche Lichtnebel vielleicht ähnliche Weltkörpergruppen, die, mit uns rastlos den Gesetzen gegenseitiger Schwere folgend, den unendlichen Raum durcheilen, denn Ruhe ist nirgends. Dieses sind jetzt die äußersten Grenzen unserer Erkenntniß und Vermuthung; was darüber hinaus liegt, ist uns so fremd, als noch vor 50 Jahren die Organisation und Entwickelungsgeschichte der Infusorien und als noch jetzt die Existenz und der Bau einer noch kleineren Thierwelt, die zwar möglich, aber unbeobachtbar ist.

Was die Zwischenräume der Weltkörper erfüllt (die wir vorzugsweise Körper zu nennen pflegen), das ist noch ganz unbekannt. Man hat es Weltäther genannt, ohne damit irgend einen bestimmten Begriff zu verbinden. Wenn es der Bewegung der Körper, wie nach Seite 89 und 113 des Kosmos aus dem Lauf zweier Kometen hervorzugehen scheint, einen Widerstand leistet, wie die Luft unserer Atmosphäre dem geworfenen Steine, so kann dies jedenfalls nur ein sehr geringer sein.

Fünfter Brief.

Unſer Sonnenſyſtem.

„Unter den vielen ſelbſtleuchtenden, ihren Ort verändern Sonnen unſerer Weltinſel iſt die unſrige die einzige, die wir Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu von ihr unmittelbar abhängigen, um ſie kreiſenden geballten Mas (in mannichfacher Form von Planeten, Kometen und aërolithen gen Aſteroiden) kennen.“ v. H.

Zu unſerem Sonnenſyſteme übergehend, muß ich Sie nächſt darauf aufmerkſam machen, daß die Zahl der erka Planeten ſich in dem kurzen Zeitraume ſeit dem Erſcheinen Kosmos um ſechs vermehrt hat (Neptun, Aſträa, Hebe, Flora und der am 26. April d. J. von Graham entd woburch nun freilich die Phantaſien eines Schubert und rus[2]) über die bedeutungsvolle Zahl 12 der Planeten, wie ähnliche naturphiloſophiſche Träumereien in Nichts zerf Freilich iſt zu erwarten, daß ſie in den neuen Zahlen auc gleich eben ſo wunderbare Bedeutungen auffinden werden.

Auf dem nebenſtehenden Planetarium finden Sie die Entdeckungen in unſerem Sonnenſyſteme eingetragen. Bahnen dieſer neuen Planeten ſind, wie die des Zodi lichtes und der Sternſchnuppenzüge, freilich noch nicht nau bekannt.

Die nöthigen Erläuterungen finden Sie auf dem P ſelbſt, und ich hoffe, es wird Ihnen deſſen Betrachtung ziemlich anſchaulichen Begriff von den Abſtänden und Gr verhältniſſen der Planeten gewähren.

Die Auffindung des Neptun durch Leverrier war nur ein hoher Triumph für die rechnende Aſtronomie, ſo auch von Neuem ein Beweis, wie unbeſchränkt das Feld Beobachtung und der auf ſie gegründeten Speculation Wenn es einſt gelingt, die lichtbrechendſte Subſtanz, den Diamant kryſtalliſirten Kohlenſtoff, künſtlich und in ſolcher G darzuſtellen, daß man Linſen für Ferngläſer und Mikro daraus ſchleifen kann, dann mag die Erkenntniß unſeres

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX
AND TILDEN FOUNDATION

THE NEW
PUBLIC
ASTOR, LENOX
AND TILDEN FOUNDATIONS

nenſyſtems leicht um einige Planeten- und Mond-Bahnen wachſen und eine noch kleinere lebende Welt als die der Monaden ſich unſeren Blicken erſchließen.

Sechſter Brief.

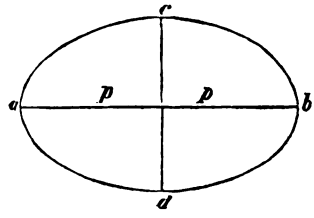
Bewegungsgeſetze.

E pur si muove! Galilei.

Es dürfte an der Zeit ſein, Ihnen jetzt etwas über die Bewegungsgeſetze der Welt mitzutheilen, wobei ich natürlich von allen mathematiſchen Entwickelungen möglichſt abſehen werde.

Keppler (1619) hatte das ſogenannte Copernicaniſche Sonnenſyſtem, d. h. die Bewegung der Erde und aller Planeten um die Sonne, aus den Beobachtungen Tycho's von Brahe gründlich erwieſen. Dabei fand er zugleich die Geſetze dieſer Bewegungen. Dieſe ſind folgende:

1) Alle Planeten (und wahrſcheinlich alle Weltkörper) bewegen ſich nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen um ihre Centralkörper. Sie erhalten von einer Ellipſe die beſte Vorſtellung, wenn Sie einen Kreis, z. B. einen runden Tiſch, von einem Standpunkte, der nicht rechtwinklig über ſeinem Mittelpunkte liegt, anſehen; er erſcheint dann als Ellipſe. Je ſchiefer Sie darauf blicken, um ſo ſchmäler wird die Ellipſe und geht ſo in eine gerade Linie über; je rechtwinkliger Sie darauf ſehen, um ſo mehr nähert ſich die Ellipſe der Kreisform und geht in ſie über. Die Ellipſen der Planetenbahnen ſind alle der Kreisform ſehr genähert. In jeder Ellipſe können wir einen längſten (a b) und einen kürzeſten Durchmeſſer (c d) unterſcheiden, und in dem längſten Durch-



meſſer (a b) liegen die beiden Brennpunkte (p p) um ſo weiter vom Mittelpunkte entfernt, je ſchmäler die Ellipſe iſt.

Der Centralkörper, die Sonne (für den Mond die Erde), liegt ſtets in einem der Brennpunkte dieſer elliptiſchen Bahnen.

2) Die Bewegung jedes Planeten iſt um ſo ſchneller, je näher er ſich in ſeiner Bahn der Sonne befindet. Bei jedem Umlaufe aber in den entſprechenden Punkten ſtets gleich ſchnell. Denken Sie ſich eine in dem Brennpunkte p befeſtigte Linie um dieſen ſo herumbewegt, daß ſie in gleichen Zeiten ſtets gleiche Flächenräume der Ellipſe durchläuft, ſo haben Sie das Geſetz der Planetengeſchwindigkeit.

3) Die Umlaufszeiten der Planeten verhalten ſich wie die größten Durchmeſſer ihrer Bahnen. D. h. je größer dieſe Durchmeſſer ſind, deſto größer ſind die Umlaufszeiten.

Dieſe drei Kepler'ſchen Geſetze, welche nur auf Erfahrungen begründet wurden, ſind nöthig und hinreichend, um, wenn man die Bahnelemente kennt, den Punkt zu berechnen, in welchem ſich ein Planet zu einer beſtimmten Zeit befindet. Die Urſache dieſer Geſetze fand erſt Newton (1642); er erkannte die gegenſeitige Anziehung aller Körper als ſolche. Alſo dieſelbe allgemeine Eigenſchaft der Körper, welche auf der Erde das Fallen der Körper, den paraboliſchen Bogen der Bombe, den Lauf des Waſſers, das Aufſteigen des Luftballons, die Bewegung des Pendels, die Richtung des Lothes bedingt, und welche man auch Schwere oder Gravitation zu nennen pflegt. Die Kepler'ſchen Geſetze ſind nur nothwendige Folgen des allgemeinen Anziehungsgeſetzes. Und dieſes beſteht darin, daß die Anziehung zweier Körper wie die Quadrate ihrer Entfernung ab- oder zunimmt. D. h. wenn ein Körper dem anderen noch einmal ſo nahe gebracht wird, ſo ziehen ſich beide viermal ſo ſtark an als vorher. Bei gleichem Abſtande der Körper aber hängt die Stärke der Anziehung von der Maſſe derſelben ab, ſteht alſo im Verhältniß zu ihrer Dichtigkeit oder Raumausdehnung bei gleicher Dichtigkeit. D. h. zwei Körper, von denen der eine noch einmal ſo dicht, aber dem Volumen nach nur halb ſo groß iſt, als der andere, werden bei gleicher Entfernung gleich ſtark von einem dritten angezogen. Dabei muß ich Ihnen aber freilich bemerken, daß man

eigentlich die ſogenannte Dichtigkeit erſt aus dem Grade der Anziehung erkennt; daß man alſo in Wahrheit nur ſagen darf, die verſchiedenen Körper ziehen ſich ungleich ſtark an, und je ſtärker ſie ſich anziehen, um ſo dichter oder, in Beziehung zur Erde, ſchwerer nennt man ſie. Dieſe Dichtigkeit der Körper, ſo genannt in der Vorausſetzung, daß die Maſſentheilchen, je größer ſie iſt, um ſo dichter zuſammengedrängt ſeien, läßt ſich allerdings einigermaßen auch (doch nur ſehr trügeriſch) nach dem äußeren Anſehen beurtheilen. Wir haben noch kein anderes Mittel, ſie ſicher zu beſtimmen, als Meſſung der Anziehung (auf der Erde ihre Wägung) verglichen mit dem Rauminhalt. Es würde eine ſehr unſichere Hypotheſe ſein, wenn man vorausſetzen wollte, alle Materie beſtehe eigentlich aus kleinſten gleich ſchweren Theilchen (Atomen), und die ungleiche Dichtigkeit, vielmehr Anziehung der Körper, ſtehe im Verhältniß zu dem mehr oder weniger dichten Zuſammengedrängtſein dieſer Theilchen.

Newtons Löſung dieſes Welträthſels, welches den Menſchen bis dahin ein Geheimniß blieb, erklärt zugleich alle die ſcheinbaren Abweichungen der Planetenbahnen von den Keppler'ſchen Geſetzen. Beſſel[1]) hat dies in recht faßlicher Weiſe nachgewieſen, und ich will verſuchen, Ihnen ſeine Auseinanderſetzung wiederzugeben, ohne mich genau ſeiner Worte zu bedienen. Wenn man die Sonne allein als anziehend betrachtet, und das, was aus dieſer Anziehung für die Bewegung der Körper unſeres Sonnenſyſtems folgt, der mathematiſchen Unterſuchung unterwirft, ſo erhält man die Keppler'ſchen Geſetze. Da aber die Sonne nicht allein anzieht, ſondern da auch die Planeten Körper ſind und als ſolche anziehen, ſo iſt z. B. die Erde nicht der Anziehung der Sonne allein unterworfen, ſondern auch der aller übrigen, beſonders der größeren Planeten. Die unmittelbare Folge hiervon iſt, daß ſie ſich nicht genau ſo bewegen kann, als ſie ſich bewegen würde, wenn ſie allein der Anziehung der Sonne ausgeſetzt wäre, alſo auch nicht genau nach den Keppler'ſchen Geſetzen, da dieſe nach Newtons Lehre eine Folge der alleinigen Berückſichtigung der Anziehung der Sonne ſind. Die wahre Bewegung der Erde und jedes anderen Planeten und Kometen muß alſo mehr oder weniger von

der Bewegung abweichen, welche die Keppler'ſchen Geſetze allein vorſchreiben.

Das klingt nun wie ein Widerſpruch, da Keppler ſeine Geſetze aus den beobachteten Bewegungen abgeleitet hat. Aber der Widerſpruch löſt ſich ganz einfach dadurch, daß die Abweichungen der Bewegung der Planeten von den Keppler'ſchen Geſetzen ſo klein ſind, daß ſie aus den früheren Beobachtungen nicht hervorgingen, oder als kleine Fehler derſelben gelten konnten. Auf dieſe Weiſe mußte Keppler etwas, was nur eine Annäherung an die wahre Bewegung der Planeten war, mit dieſer ſelbſt verwechſeln. Es iſt daher von der höchſten Wichtigkeit für die ganze Lehre vom Weltgebäude, erſtens die Größe der Anziehung der verſchiedenen Körper des Sonnenſyſtems, alſo ſowohl der Sonne, als auch der Planeten, aus den Erſcheinungen, bei welchen dieſe Anziehungen ihre Wirkungen äußern, genau zu beſtimmen, und zweitens mathematiſch zu entwickeln, wie groß zu jeder Zeit der Einfluß iſt, welchen die Anziehungen der Planeten unter einander auf die ſich unſeren Beobachtungen darſtellenden Oerter derſelben äußern. Dieſes ſind Aufgaben, nicht nur von der größten Wichtigkeit, ſondern auch von dem größten Umfange. Es würde mir nicht möglich ſein, ſie Ihnen hier vollſtändig zu entwickeln, ohne die geſteckten Grenzen zu überſchreiten; es wird aber für unſeren Zweck hinreichen, anzuführen, daß die Kräfte, mit welchen die Planeten anziehen, ohne Vergleich viel kleiner gefunden ſind, als die mächtige Anziehung der Sonne, ſo daß ſelbſt Jupiter, welcher unter den Planeten bei weitem der mächtigſte iſt, noch nicht den tauſendſten Theil der Kraft der Sonne äußert; und ferner, daß die Einflüſſe dieſer kleineren Kräfte der Planeten auf diejenige Bewegung, welche die Sonne allein erzeugen würde, ſo klein ſind, daß ſie nur kleine Abweichungen von derſelben zur Folge haben, welche allerdings durch die weniger verfeinerten Beobachtungen aus dem Anfange des 17. Jahrhunderts, ſo wie Keppler ſie beſaß, nicht verrathen werden konnten, deren vollſtändige Berechnung aber gerade die Urſache iſt, daß unſere jetzigen, weit genauer und ſicherer gewordenen Beobachtungen mit der vervollſtändigten Theorie in derſelben befriedigenden Uebereinſtimmung ſind, wie früher die roheren Beobachtungen

mit der unvollständigen Theorie. Was vorher in Widerspruch erschien, ist die stärkste Bestätigung der Anziehungslehre geworden; ihre folgerechte Beobachtung hat gezeigt, daß die Bewegung der Planeten zahlreichen Ungleichheiten von kleinerem Umfange folgen muß, die aber, weit entfernt, Mangel an Uebereinstimmung der Rechnung und der Beobachtung hervorzubringen, gerade nothwendig waren, um Beides im vollständigsten Einklange zu erhalten. Ja diese Uebereinstimmung geht so weit, daß es sogar gelungen ist, aus kleinen Störungen der Uranusbahn die Anwesenheit eines neuen Planeten, des Neptun, zu bestimmen, der dann durch Beobachtung an dem berechneten Platze wirklich gefunden wurde.

Siebenter Brief.

Dichtigkeit der Himmelskörper.

„So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen.“ v. H.

Sie fragen, wie hat man die Dichtigkeit, d. i. die specifische Schwere der Körper unseres Sonnensystems messen können? Wie die Dichtigkeit oder Schwere der Erde bestimmt worden ist, hat v. Humboldt Seite 176 erzählt und ich werde darauf zurückkommen. Diese dient nun für die übrigen Weltkörper als Einheit, und man bestimmt die der letzteren aus ihrer Umlaufsgeschwindigkeit und Größe, verglichen mit der der Erde. Die Umlaufsgeschwindigkeit der Planeten ist nämlich in allen Fällen eine Folge ihrer Schwere gegen die Sonne, wobei jedoch die Entfernung nicht zu übersehen ist. Die Bahnen der Planeten und Monde um ihre Centralkörper sind nichts Anderes als ein beständiges Fallen gegen sie, welches aber durch Centrifugalkraft (ursprüngliche Wurfkraft) in eine elliptische Bewegung verwandelt wird. Beide Kräfte, Schwerkraft und Cen-

trifugalkraft, müſſen hierzu unter beſtimmten Verhältniſſen ſtehen; überſchritten ſie dieſe, ſo würden die Himmelskörper auseinander fallen oder weit auseinander geſchleudert werden. Ich glaube Ihnen das am beſten durch ein Paar Kugeln deutlich machen zu können, welche durch eine Schnur mit einander verbunden ſind, welche hier die Gravitation vertretend, beſtändig das Beſtreben hat, kürzer zu werden. Schleudert man dieſe Kugeln in drehender Bewegung in die Luft, ſo ſind drei Fälle denkbar.

1) Die Schwungkraft (Centrifugalkraft) iſt, weil man zu ſchnell geſchleudert, größer als die Feſtigkeit der Schnur, dieſe reißt und die Kugeln fliegen auseinander.

2) Die zuſammenziehende Kraft der Schnur iſt größer als die Schwungkraft, dann werden die Kugeln ſich vereinigen. Beſonders wenn die verkürzende Kraft der Schnur (wie die Gravitation) mit der Verkürzung zunimmt.

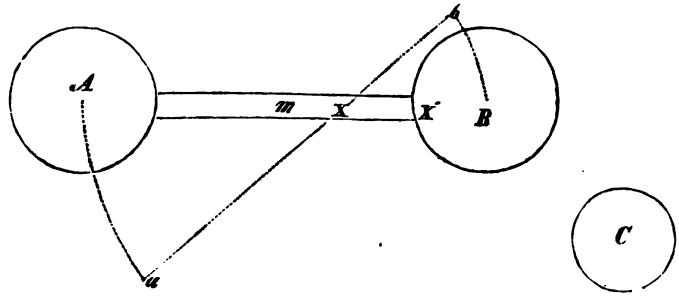
Es läßt ſich dieſer zweite Fall vielleicht noch beſſer verſinnlichen, wenn man einen Stein an einem Faden ſo um den Finger ſchwingen läßt, daß ſich der Faden beſtändig auf den Finger aufwickelt. Hier wird der Stein in derſelben Art in einer Spirale zum Finger bewegt, wie ein Planet, deſſen Gravitation zu groß wäre, gegen die Sonne fallen würde.

3) Die zuſammenziehende Kraft der Schnur und die Schwungkraft ſtehen im Gleichgewicht, dann ſchwingen die Kugeln wie an einem feſten Stab um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt, und das iſt der Fall bei den Himmelskörpern, nur mit dem Unterſchied, daß ſie nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen ſchwingen, und daß durch gegenſeitige Einwirkungen kleine Störungen derjenigen Bahnform hervorgebracht werden, welche ſie, jeder einzeln um die Sonne ſchwingend, befolgen würden.

Nun läßt ſich aber aus der Energie der Wirkungen auf die Macht ihrer Urſachen, aus der Schnelligkeit des Fallens auf die Stärke der gegenſeitigen Anziehung, d. i. der Schwere ſchließen. Auf der Erde fallen freilich im luftleeren Raum alle Körper beinah gleich ſchnell (man kann keinen Unterſchied wahrnehmen), das liegt aber nur daran, daß die Maſſe der Körper, welche zu ſolchen Verſuchen angewendet werden können, gegen die der Erde verſchwindend klein iſt; hier findet durchaus kein

beobachtbares gegenseitiges Fallen statt, der Stein fällt nur zur Erde, nicht aber die Erde zum Stein. Das ist bei den Himmelskörpern anders, diese gravitiren in ihrem ewigen Laufe beobachtbar gegenseitig auf einander. Ihre Schnelligkeit ist das Resultat der Schwere beider auf einander wirkender Körper. Hierdurch hat man aus der bekannten Dichtigkeit, Größe, Entfernung und Bewegung der Erde zunächst die anziehende Kraft, also Masse der Sonne und dann durch weitere Vergleichung der Entfernung und Bewegungen die Massen der anderen Körper unseres Sonnensystems berechnen können. Kennt man nun außerdem auch noch die Volumina der Himmelskörper aus ihren Durchmessern, so läßt sich sehr leicht ihr specifisches Gewicht (ihre Dichtigkeit) verglichen mit dem der Erde oder irgend einer irdischen Substanz bestimmen. Es läßt sich dasselbe aber auch aus den kleinen gegenseitigen Anziehungen der Planeten und den dadurch hervorgebrachten Störungen ihrer Bahnen berechnen, von denen ich Ihnen im vorigen Brief erzählte. Umgekehrt lassen sich aber die Größen dieser Einwirkungen aus der bekannten Dichtigkeit und Größe der Planeten finden.

Wenn Sie es versuchen wollen, so werden Sie sich leicht selbst überzeugen können, daß zwei durch einen Stab verbundene Kugeln drehend geschleudert, wenn sie gleich schwer sind, um die Mitte ihres Abstandes, ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt, schwingen. Sobald aber die eine schwerer ist als die andere, um einen Punkt x, der dieser schwereren näher liegt, bei großer Differenz der Schwere sogar in sie hineinfallen kann



x'. Hier folgt nun von selbst, daß die schwerere Masse sich langsamer bewegen muß als die leichtere, denn in der Zeit, in

welcher A den Weg A a zurücklegt, legt B nur den Weg B b zurück, d. h., die leichtere Masse A wirkt nicht so stark auf die schwerere B, als diese auf jene. Anders ist es aber, wenn man die leichte Masse A mit einer noch leichteren C (einen Planeten mit einem anderen) vergleicht, die sich in derselben Entfernung wie A von B befindet (oder deren ungleiche Entfernung von der Sonne B sich in Rechnung ziehen läßt). Diese leichtere Masse C wird nicht so stark von B angezogen als A, fällt und schwingt daher auch bei gleicher Entfernung nicht so schnell als A.

Denken Sie sich mehrere solche Kugeln unregelmäßig mit einander verbunden, und durch eine Kraft fortgeschleudert, so wird ihr gemeinschaftlicher Schwerpunkt stets den Weg einschlagen, welchen die schleudernde Kraft einer einzigen Kugel von demselben Gewicht ertheilt haben würde, aber das Kugelsystem wird je nach dem Gewicht der einzelnen Kugeln sich um seinen Schwerpunkt schwingen.

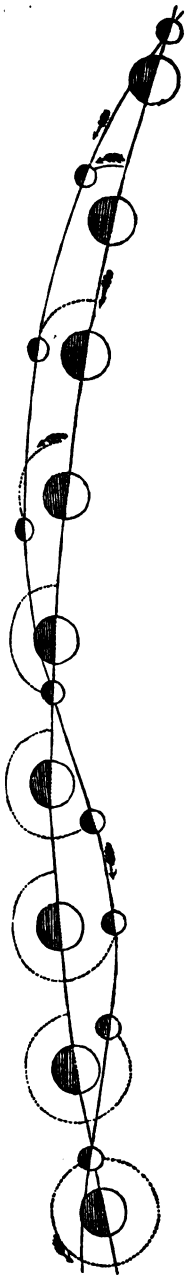
Achter Brief.

Unser Mond.

„In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich alle Gravitationsgesetze ab, welche in den die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten." v. H.

Wenn Sie bereit sind mich zu begleiten, so wollen wir jetzt eine kleine Wanderung nach dem Monde und mit ihm durch den Weltraum unternehmen. Ich rathe Ihnen aber, einen tüchtigen Pelz und alle möglichen Lebensmittel mitzunehmen, denn es ist da wahrscheinlich recht kalt und wir finden weder Luft und Wasser noch sonst etwas Genießbares.

Unser Mond, der treue Begleiter der Erde, umkreist diese in elliptischer Bahn, d. h. die Bahn würde eine Ellipse sein, wenn die Erde still stände; in Beziehung zur Erde ist sie wirklich eine Ellipse, nicht aber in Beziehung zum Sonnensystem.



Aehnliches gilt freilich von den Bewegungen aller Himmelskörper, denn während sie sich um einen Centralkörper bewegen, bewegt sich dieser mit ihnen fort, und ihre Bahnen sind daher in Wirklichkeit keine Ellipsen, sondern nur in Beziehung auf den Centralkörper. Aber wir kennen die Bahnen der Sonne und der anderen sogenannten Fixsterne noch nicht, es läßt sich deshalb auch die wahre Bahn der Planeten im Weltraume nicht bestimmen. Das ist rücksichtlich der Mondbahn anders. Die Bewegung der Erde um die Sonne ist genau bekannt, und es läßt sich deshalb die Mondbahn um eine Stufe weiter auflösen, als die Planetenbahnen. Sie bildet, wenn man von der Bewegung des Sonnensystemes und von den kleinen Störungen aller Bahnen durch alle Himmelskörper absieht, eine flach wellenförmige Linie, welche die Erdbahn 24 Mal durchschneidet. Ich zeichne Ihnen ein Stück derselben ungefähr hier an den Rand, und setze voraus, daß Sie diese Zeichnung, in welcher übrigens die Biegungen der Mondbahn wegen Kleinheit des Raumes sehr übertrieben werden mußten, ohne weitere Erklärung verstehen.

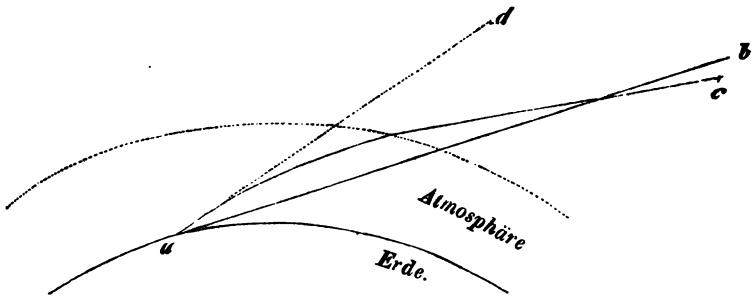
Wenn man einst die Sonnenbahn kennt, dann wird sich die Erdbahn in eine ähnliche Verschlingung mit derselben auflösen, die Mondbahn bleibt aber zur neuen Erdbahn ähnlich gestaltet wie zur alten, und dasselbe gilt für den Fall, daß man eine Fortbewegung unserer Weltinsel im Raum beobachten sollte. Aber das Kepler'sche Gesetz der Ellipsenform aller Weltkörperbahnen erleidet dadurch gar keine Aenderung, denn in Beziehung zu ihrem Centralkörper bleibt, wie gesagt, jede Bahn elliptisch. Auch ist die

Ansicht des Verfassers der Briefe über das Erdenleben [2]) ganz unbegründet, welcher meint, die Himmelskörper bewegten sich in Spiralen. Die Bahn, welche er dem Monde und allen Himmelskörpern (S. 89) fälschlich zuschreibt, ist nicht einmal eine Spirale, sondern vielmehr eine Epicykloide. Es ist daher diese wunderbare Behauptung rücksichtlich des Mondes doppelt falsch, rücksichtlich der übrigen Himmelskörper theils falsch, theils unerwiesen und sogar unwahrscheinlich.

Der Mond, als der uns nächste Himmelskörper, hat vielfach die Hoffnung erweckt, durch ihn etwas Außerirdisches zu erfahren. Sie haben gewiß selbst schon manchmal sehnsüchtig oder neugierig nach ihm hingeblickt, um etwas vom Leben auf seiner Oberfläche zu erlauschen; diese Hoffnung hat seine sorgfältige Beobachtung auch in gewissem Grade erfüllt. Durch die mühsamen Arbeiten Russels, Mayers, Lamberts, Lohrmanns, Mädlers und Beers sind wir mit der Oberflächengestaltung der uns zugekehrten Seite des Mondes ziemlich genau bekannt geworden. Sie haben große Karten davon entworfen, die in mancher Beziehung vollständiger sind, als die Erdkarten, nur freilich eine gewisse Größe des Maßstabes nie überschreiten können, und außerdem nicht die ausgebreitet gedachte Oberfläche gleichmäßig darstellen, sondern in der Weise verzerrt, wie man nothwendig die unebene Oberfläche einer großen Kugel aus einem Standpunkte sehen muß. Gegen den Rand hin sieht man immer schräger auf die Oberfläche, Kreise erscheinen als immer flachere Ellipsen, und hinter einander liegende Berge decken sich mehr und mehr.

Ehe ich weiter auf die eigenthümliche Beschaffenheit der Mondoberfläche eingehe, muß ich Sie daran erinnern, daß der Mond keine Atmosphäre hat, wenigstens keine der der Erde analoge. Das ist gewiß sehr merkwürdig und wichtig. Es folgen gar viele andere Negationen daraus. Sie fragen vielleicht, wie weiß man, daß der Mond keine Atmosphäre hat? Zunächst muß ich Sie darauf aufmerksam machen, daß die Mondoberfläche immer auf dieselbe Weise, klar und hell, nie von Wolken oder Nebeln bedeckt erscheint, wie z. B. die der Venus und des Jupiter, welche oft bewölkt sind; das würde indessen noch nicht den Mangel einer Lufthülle überhaupt, sondern nur den Man-

gel einer wolkenbildenden Urſache in derſelben erweiſen. Der Beweis gegen die Atmoſphäre iſt viel ſchärfer. Es wird Ihnen bekannt ſein, daß Lichtſtrahlen beim Durchgang durch jedes durchſichtige Medium mehr oder weniger aus ihrer geradlinigen Richtung abgelenkt werden. Dieſer Satz gilt für alle durchſichtigen Körper und für alle Arten Licht. Er gilt ganz beſonders auch für unſere Atmoſphäre, ſie beugt jeden Lichtſtrahl, der nicht rechtwinklig durch ihre Oberfläche eindringt, etwas, und um ſo mehr, in je tiefere, dichtere Luftſchichten der Strahl gelangt. Daher kommt auf der Erde die Morgen- und Abenddämmerung, daher kommt es ferner, daß wir die Sonne, den Mond und jeden Stern um etwas früher auf- und ſpäter untergehen ſehen, als der wahre Auf- und Untergang ſtattfindet. Die Sonne z. B. iſt in Wirklichkeit ſchon ganz untergegangen, wenn ihr unterer Rand eben erſt den Horizont berührt. Wenn a b die Horizontlinie eines Punktes a auf der Erde darſtellt,



ſo ſieht man z. B. einen Stern c von a aus ſchon, ehe er den Horizont überſchreitet, weil jeder von c ausgehende Lichtſtrahl in unſerer Atmoſphäre in der Weiſe wie die Linie c a gebogen wird, ſo daß nun der Stern c durch dieſe Strahlenbrechung in d zu ſtehen ſcheint. Man ſchloß daraus ſehr richtig, wenn der Mond eine Atmoſphäre hätte, die nur einigermaßen der unſeren analog wäre, die nicht geradezu eine Ausnahme von dem allgemeinen Geſetz der Strahlenbrechung machte, ſo könnte er bei theilweiſer Erleuchtung keinen ſcharfen Schatten zeigen, wie es der Fall iſt, ſondern man müßte eine Dämmerungszone wahrnehmen, und es müßten ſich auch an ſeinem Rande die Erſcheinungen dieſer Lichtbrechung beobachten laſſen. Ein Fixſtern,

durch deſſen Geſichtslinie der Mond hindurch geht, müßte z. B. etwas ſpäter verſchwinden und etwas früher wieder erſcheinen, als die Rechnung ohne Rückſicht auf Strahlenbrechung ergiebt. Das iſt aber auch nicht der Fall. Der Stern verſchwindet und erſcheint genau in der berechneten Secunde. Wollte man nun auch annehmen, was ſehr unwahrſcheinlich iſt, daß der Mondrand in allen bisherigen Beobachtungsfällen an den Paſſagepunkten des Sternes aus hohen Gebirgen beſtehe, auf denen auch auf der Erde die Atmoſphäre dünner und weniger ſtark ſtrahlenbrechend iſt, als im Meeresniveau, ſo könnte man dadurch nach genauen Rechnungen doch höchſtens eine $^1/_{500}$ ſo dichte Atmoſphäre, als die der Erde, für den Mond als möglich denken. Das würde aber eine ſo dünne Luft ſein, wie wir ſie kaum unter der Luftpumpe herzuſtellen vermögen, und das iſt, wie geſagt, ein höchſtens mögliches, keineswegs wahrſcheinliches Maximum einer Mondatmoſphäre. Für die Exiſtenz einer ſolchen ſpricht vielmehr gar Nichts.

Wenn nun aber der Mond keine Atmoſphäre hat, oder höchſtens eine $^1/_{500}$ ſo dichte als die Erde, ſo kann auch kein tropfbar flüſſiges Waſſer auf ihm beſtehen, da dies ohne Luftdruck ſchon bei 0° ſogleich kocht und dunſtförmig wird, unter 0° aber gefriert. Als Dunſt kann es aber in irgend beträchtlicher Menge auch nicht beſtehen, ſonſt würde es Strahlenbrechung und Wolken hervorbringen. Waſſer könnte demnach höchſtens im ſtarren Zuſtande, als Eis auf dem Monde vorhanden ſein. Aber nachgewieſen iſt es in keiner Weiſe. Der Mangel einer atmoſphärischen und flüſſigen Waſſers macht zugleich jedes dem terreſtriſchen nur einigermaßen analoge organiſche Leben auf dem Monde unmöglich. Pflanzen und Thiere in unſerem Sinne können da nicht beſtehen. Es liegt auch ganz außer den Sphären unſeres Denkens, für die Mondverhältniſſe paſſende Organismen zu phantaſiren. Der Mangel von Luft und Waſſer beſeitigt ferner von der Oberfläche des Mondes alle die Zerſtörungen und Umbildungen der Form und Zuſammenſetzung, welche auf der Erde durch dieſe Agentien bedingt ſind. Gerade dieſer Umſtand iſt aber auch in den ſchroffen und wohlerhaltenen Formen der Mondoberfläche deutlich erkennbar. —

Dieſe Oberfläche iſt außerordentlich uneben. Ueberall ragen

Berge und Gebirge auf, deren Form und Höhe man zum Theil durch ihre Schatten annähernd bestimmen konnte. Man hat auf dem Monde weit über 1000 Berghöhen durch ihren Schatten gemessen, konnte aber auf diese Weise natürlich nur ihre Erhebung über die nächsten ebneren Gegenden bestimmen. Für eine Reducirung dieser Höhen auf eine normale Oberfläche fehlt ja ohnehin mit dem Meeresspiegel jedes Anhalten. Aber sie sind in Vergleich zu den Bergen der viel größeren Erde sehr beträchtlich, sehr viele derselben ragen mehr als 18,000 Fuß, einer sogar über 22,000 Fuß über die nächste Umgebung empor; solche Gebirge haben wir kaum auf der Erde. —

Sehr interessant sind aber besonders auch ihre Formen. Es sind meist, nur deutlicher ausgeprägt und in der Größe mehr variirend, die unserer Krater und Erhebungskrater. Diese Formen sind auf dem Monde fast ganz allgemein. Wir erblicken da regelmäßige Ringgebirge von 20—30 Meilen Durchmesser, und kreisförmige Krater bis zu den geringsten Größen herab, die durch die Kraft der Instrumente erkennbar werden. Die kleineren stehen wie auf der Erde central in den größeren, oder in deren Rändern; unterscheiden sich aber durch ihre meist mehr hohlkugel- als trichterförmige Vertiefung, welche gewöhnlich ein tieferes Niveau erreicht, als die äußere Umgebung, und stets einen ebenen Boden hat. Diese Löcher sehen aus wie aufgeplatzte Blasen. Bei besonders günstiger Beleuchtung und starker Vergrößerung hat Kunowski in einer für gewöhnlich eben erscheinenden Mondgegend die ganze Oberfläche mit solchen kleinen Blasen bedeckt gesehen, so daß sie ganz unzählbar waren. Dadurch wird nach Mädler eine eigenthümliche Beleuchtung der Oberfläche hervorgebracht. —

Solche Unterschiede des Lichtreflexes zeigen sich überhaupt auf der Mondoberfläche mehrfach; es giebt da dunkle Stellen, die man Meere genannt hat, und besonders helle Streifen, die, von größeren Ringgebirgen ausgehend, sich strahlenartig über mehr als 100 Meilen ausbreiten, ohne eine Aenderung in der allgemeinen Oberflächengestaltung hervorzubringen. Man weiß nicht, woher diese hellen Streifen rühren, deren z. B. vom Ringgebirge Tycho über 100 auslaufen. Vielleicht sind es mit einem hellen Gestein erfüllte Gangspalten. —

Außer den Ringgebirgen, Kratern und einzelnen Kegelbergen, zeichnen die Mondoberfläche auch noch die ſogenannten Rillen aus, grabenartige meiſt ziemlich gerade Vertiefungen von 2 bis 30 Meilen Länge, welche zuweilen kleine Krater ganz durchſchneiden. Wenn es nicht am Ausgehenden offene Spalten ſind, ſo haben wir auf der Erde gar nichts Analoges.

Dieſe Oberfläche hat ſich, ſo lange ſie genau beobachtet wird, unveränderlich gezeigt. Man ſah keinen neuen Berg ſich erheben, keinen Vulkan in Thätigkeit, keinen Krater ſich öffnen oder einſtürzen, Erſcheinungen, die in demſelben Zeitraume, in welchem man den Mond genau beobachtet, auf der Erde ſchon mehrfach ſich ereignet haben. Man kann geneigt werden, an eine abgeſchloſſene Entwickelung der Mondoberfläche zu glauben, an eine Erkaltung, die ſo weit vorgeſchritten iſt, daß alle Stoffe ſich im ſtarren Zuſtande befinden, und da die Geologen für die Erde einen Entwickelungsproceß durch Erſtarrung anzunehmen pflegen, ſo könnte man vermuthen, daß ſie einem gleichen Schickſal entgegenginge, und daß der Mond einſt auch eine Periode organiſchen Lebens gehabt habe. Doch das ſind Fragen, die zwar nicht entſchieden werden können, auf die wir aber dennoch ſpäter zurückkommen.

Es iſt nach dem Vorſtehenden nicht weiter nöthig, hier auf die ſonderbaren Berichte von der Mondoberfläche einzugehen, welche einſt in Herſchels Namen als Scherz, unter dem Namen eines Münchner Aſtronomen aber in vollem Ernſt verbreitet wurden. —

Neunter Brief.

Kometen.

„Schon Keppler ſagte: es gebe in den Welträumen mehr Kometen, als Fiſche in den Tiefen des Oceans.“

Die Kometen, die man auch wohl Irrſterne genannt, konnten beinahe beſtimmt ſcheinen, den menſchlichen Verſtand in die

Irre zu führen. Auf der anderen Seite haben sie aber auch dazu gedient, den hohen Grad von Schärfe zu beweisen, dessen er fähig ist, und den Unterschied zu zeigen zwischen wahrer Induction und phantastischer Speculation.

Sie wissen, wie man sonst die Kometen für Zornruthen des Himmels, für Verkünder menschlicher Schicksale gehalten hat. Aber abgesehen von diesen kindlichen Ansichten, hat die Naturphilosophie an ihnen auch ihre kindischen Deutungen versucht. Oken sagt z. B. in seiner Naturphilosophie: „die Kometen sind zeitliche Gerinnungen des Aethers durch das Licht, d. i. durch Einwirkung eines schon polar gewordenen Aethers auf den noch mehr indifferenten, sie sind die fortgesetzte Schöpfung" — „sie sind geronnener Aether in Gestalt des Bahnenringes. Dieser zerrissene Bahnenring ist der Schweif." Sie verstehen das hoffentlich ebenso wenig als ich, und glücklicher Weise theilen wir dieses Schicksal mit den Astronomen und Physikern von Fach. Ein anderer Schriftsteller[2]) vergleicht dagegen die Kometen den Blutbläschen, welche durch die weit gestreckten Bögen der Gefäße des menschlichen Körpers circuliren. Sie sehen, die Anwendung des menschlichen Verstandes ist eine mannichfache, und das wird Ihnen in diesem Falle noch deutlicher werden, wenn Sie außer v. Humboldts geistvoller Behandlung dieses Gegenstandes auch noch Bessels gediegene Ansichten über das Wesen der Kometen lesen, die sich auf zahlreiche eigene und fremde Beobachtungen dieser merkwürdigen Himmelskörper, besonders des Halley'schen im Jahr 1835 gründen.

„Die Beschaffenheit des Kerns der Kometen verdient zuerst in Betrachtung gezogen zu werden, indem er die Quelle aller Erscheinungen ist, welche sie entwickeln. Die Massen der Kometenkerne scheinen, vergleichungsweise mit der Masse der Planeten, äußerst klein zu sein; ihr nicht festes, mehr oder weniger durchsichtiges Ansehen läßt dieses wahrscheinlich erscheinen; auch weiß man, daß der Komet von 1770, welcher sehr nahe bei der Erde vorbeiging, dennoch aber ihre Bewegung nicht bemerkbar störte, eine so kleine Masse besitzt, daß sie nicht auf den fünftausendsten Theil der Erdmasse geschätzt werden kann. Trotz der wahrscheinlich äußerst geringen Menge körperlicher Materie, welche die Kometen enthalten, kann man sie aber nicht als aus einer

gasartigen Flüssigkeit bestehend annehmen; wenigstens nicht aus einer solchen, deren Dichte verschwindet, wenn sie keinen Druck erleidet: denn eine Masse dieser Art würde sich nothwendig gänzlich zerstreuen. Auch scheint der Mangel einer Strahlenbrechung im Nebel des Kometen zu zeigen, daß nicht einmal dieser, geschweige denn der Kern, von welchem er ausgeht, eine gasartige Flüssigkeit ist. Indessen haben die Kerne der Kometen die Eigenschaft, sich leicht und in fast unbegreiflichem Maße zu verflüchtigen; ihre Oberflächen sind ohne bestimmte Grenzen, und scheinen daher in dem Zustande der Verflüchtigung begriffen zu sein; ihre Nebelhüllen und Schweife füllen Räume aus, welche unvergleichlich viel größer sind als ihre Kerne, und welche dennoch augenscheinlich durch Materie gefüllt werden, welche aus den Kernen ausgeht, während sie sich in der Nähe der Sonne befinden. Dieses Alles wird mit der mehr oder weniger festen Verbindung der Bestandtheile der Kometen, welche ihre schwingende Bewegung fordert, vereinigt, wenn man sie als aus einer Masse von sehr lockeren Theilchen bestehend annimmt, welchen nur wenig an der Wärme fehlt, welche hinreichend ist, sie zu verflüchtigen. Nach dieser Ansicht wird die Verflüchtigung desto heftiger, je tiefer die Kometen zur Sonne herabkommen, und je länger sie in ihrer Nähe verweilen. Daß diese Verflüchtigung selbst und der damit verbundene Verlust an wirksamer Wärme das Mittel werden kann, die Kometen vor gänzlicher Zerstreuung zu schützen, hat schon Laplace bemerkt."

„Jede Wirkung eines Körpers auf einen anderen kann in zwei Theile zerlegt werden, deren einer für alle Theile des letzteren gleich ist, während der andere aus den Unterschieden der Wirkung auf verschiedene Theile entsteht. Diese beiden Wirkungen trennen sich in den Erfolgen, welche sie haben; die Anziehung der Erde durch die Sonne erzeugt z. B. durch ihre, allen Theilen der Erde gemeinschaftliche Wirkung die Umlaufsbewegung derselben; der Unterschied der Anziehungen auf verschiedene Theile der Erde zeigt sich in den Erscheinungen der Ebbe und Fluth, und in der Vorrückung der Nachtgleichen. Je größer die Entfernung der beiden Körper von einander ist, desto kleiner ist der zweite Theil der Wirkung, vergleichungsweise mit dem ersten. Dieses ist allgemein und findet also auch bei

den Kometen seine Anwendung. Wenn ein Komet aus großer Entfernung zu der Sonne herabkömmt, so muß die allen seinen Theilen gemeinschaftliche Wirkung der Sonne früher merklich werden, als die zweite. Jene kann, weil sie allen Theilen gemeinschaftlich ist, keinem Theile des Kometen eine Eigenschaft mittheilen, welche sie allen anderen nicht auch mittheilte; sie kann also auch nicht die Polarisirung erzeugen, welche wir an den Kometen (als Schweifbildung) bemerkt haben; aber sie kann eine Verflüchtigung der Masse des Kometen hervorbringen, welche sich an allen Punkten seiner Oberfläche zeigt, und welcher vermuthlich die runden Nebelhüllen zuzuschreiben sind, von welchen wir die Kerne jedesmal umgeben sehen, wenn sie sich noch in weiten Entfernungen befinden. Ich nehme nun an, daß die flüchtig gewordenen Theilchen der Sonne feindlich polarisirt sind, daß also der Raum um den Kometen mit so polarisirter Materie gefüllt ist und fortwährend damit gefüllt wird. Später erst kann der zweite Theil der Wirkung der Sonne merklich werden; dieser allein kann die Polarisirung des Kerns des Kometen, wenn sie nicht ursprünglich vorhanden ist, erzeugen, und die vorzugsweise Ausströmung nach der Sonne hervorbringen. Zeigen die Beobachtungen diese beiden Erscheinungen, wie bei dem Halley'schen Kometen der Fall war, so kann nicht geläugnet werden, daß eine Ausströmung, indem sie aus dem der Sonne zugewandten, also ihr freundlich polarisirten Theile der Oberfläche hervorgeht, auch dieselbe Polarisirung besitzt oder der Sonne freundlich ist und sich ihr folglich zu nähern sucht. Daß die ausgeströmten Theilchen dennoch von der Sonne zurückgestoßen werden, wie die Beobachtungen außer Zweifel setzen, erkläre ich dadurch, daß der Raum, in welchem die Ausströmung stattfindet, schon mit der Sonne feindlich polarisirter Materie gefüllt ist, wodurch die entgegengesetzten Polaritäten sich ausgleichen, und die ausströmenden Theilchen desto mehr von ihrer ursprünglichen Eigenschaft verlieren und desto mehr die entgegengesetzte annehmen, je weiter sie sich von dem Kerne des Kometen entfernen. In einer gewissen Entfernung von dem Kometen findet sich dann nur der Sonne feindlich polarisirte Materie, welche also die Abstoßungskraft erfährt, welche die Beobachtungen gezeigt haben."

das ganz deutlich zum achen, müßte ich sehr weit ausholen. Ich werde aber versuchen, Ihnen den auffallendsten Unterschied zwischen ursprünglichem und reflectirtem, polarisirtem Licht zu erklären.

Jeder gewöhnliche Lichtstrahl zeigt nach allen Seiten hin dieselben Eigenschaften. Fängt man ihn z. B. durch einen Spiegel auf, so wird er stets reflectirt, welches auch die Lage des Spiegels gegen den Strahl sein mag. Es giebt aber Lichtstrahlen, welche nicht nach allen Seiten hin dieselben Beziehungen zeigen, und dahin gehören z. B. alle durch nicht metallische (durch strahlenbrechende) Körper reflectirte Lichtstrahlen. Diese zeigen, z. B. wenn man sie zum zweiten Male auf einen nicht metallischen Spiegel fallen läßt, ein verschiedenes Verhalten je nach der Richtung, in welcher sie einfallen. Diese Eigenthümlichkeit, welche Malus im Jahr 1808 entdeckte, wird mit dem Namen Polarisation bezeichnet, und die mit ihr behafteten Lichtstrahlen nennt man polarisirt.

Es giebt verschiedene Mittel, um gewöhnliches Licht zu polarisiren, oder polarisirtes als solches zu erkennen. Das einfachste dieser Mittel sind, wie erwähnt, nicht metallische Spiegelflächen. Fällt ein gewöhnlicher Lichtstrahl unter einem bestimmten, von der lichtbrechenden Kraft der Spiegelsubstanz abhängigen Winkel (bei Glas unter 35° 25′) auf die Spiegelfläche, so ist der reflectirte Strahl vollkommen polarisirt, und wird, wenn man ihn unter demselben Winkel durch einen gleichen Spiegel reflectiren läßt, nach und nach unsichtbar, wenn man dessen Fläche aus einer ursprünglich dem ersteren Spiegel parallelen Streichrichtung bis 90° dreht, so daß nun die Neigungsrichtung beider Spiegel um 90° von einander abweicht. Der oben angegebene Polarisationswinkel von 35° 25′ für Glas braucht nicht genau erfüllt zu sein, aber je mehr er erfüllt ist, um so vollständiger ist die Polarisation. Alles von nicht metallischen Oberflächen reflectirte Licht ist theilweise polarisirt, und Sie werden daher leicht begreifen, wie man durch Untersuchung des Lichtes der Himmelskörper ermitteln kann, ob es erborgt, oder ihnen eigenthümlich ist.

Ihnen Mehr über die Kometen zu schreiben, halte ich für überflüssig, da sich der Kosmos sehr ausführlich darüber verbreitet.

Zehnter Brief.

Meteorſteine und Sternſchnuppen.

„Die verſchiedenen Meteorſtröme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zuſammengeſetzt, ſchneiden wahrſcheinlich unſere Erdbahn, wie das der Komet des Biela thut.“ v. H.

Es war nur natürlich, daß die Alten die Sternſchnuppen für vom Himmel fallende Sterne hielten. Aber ſchon die Griechen erkannten, daß in ähnlicher Weiſe, von bedeutenderer Feuererſcheinung begleitet, zuweilen Steine vom Himmel fallen, ja Plinius [3]) erzählt ſogar, daß Anaxagoras den Fall eines ſolchen Steines richtig voraus verkündet, und daß Zoroaſter ſich eines ſolchen Steines zu magiſchen Künſten bedient habe. Man hielt dieſe vom Himmel gefallenen Steine überhaupt für wunderthätig und nannte ſie Bätylien. v. Dalberg ſchrieb ein beſonderes Werk über den Steindienſt der Alten [4]) und ſagt darin unter Anderem: „Bätylien hießen ſie, ein Name, der nicht urſprünglich griechiſch, ſondern, wie Euſebius nach Philo von Biblos dem Ueberſetzer des Sanchuniathon zeigt, phöniciſch iſt; belebte Steine nennt ſie dieſer Geſchichtſchreiber und ſagt, der Gott Cölus habe ſie mit kühner Kunſt gebildet; aber Betül war einer der 4 Kinder des Himmels (Uranos) und der Erde (Gea), deren drei andere Saturn, Dajo und Atlas hießen. Dieſen Betylas (Sohn des Himmels), der Phönicier Gott, muß man daher ſorgfältig von den kleinen Betylen unterſcheiden, die, wie der Aberglaube wähnte, von kleinen Göttern bewohnt werden, welche ihnen magiſche Kräfte beilegen.“ Ein ähnlicher Steincultus fand ſich auch bei den alten Mexikanern, und findet ſich noch jetzt in Aſchanti, an der Küſte von Guinea. Mit bunten Lappen umwickelte Magnetſteine verehrt man da als Götzen. Da aber die Prieſter behaupten, dieſe ihre Götter fielen von Zeit zu Zeit vom Himmel, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß Meteorſteine dazu die Veranlaſſung gegeben haben.

v. Humboldt zeigt, daß Alles, was man Sternſchnuppe Feuerkugeln und Meteorſteine zu nennen pflegt, kleine Himmels-

körper ſind, die theils zerſtreut (kometenartig), theils in planetenbahnähnliche ringförmige Zonen gruppirt die Sonne umkreiſen. Ein ſolcher planetariſcher Ring kosmiſcher Körper (oder mehrere) durchſchneidet, wie es ſcheint, unſere Erdbahn, und bringt dadurch die periodiſchen Sternſchnuppenſchwärme zur Erſcheinung, welche ſeit einigen Jahren die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen und Phyſiker im hohen Grade auf ſich gelenkt haben. Wenn aber dieſe kleinſten kosmiſchen Körper ſich in ihrer Bahn der Erde ſehr nähern, ſo gerathen ſie in die Macht ihrer Attraction und fallen als Meteorſteine nieder. Als die einzigen Proben außerirdiſcher Körper, welche uns zu näherer Unterſuchung geboten werden, müſſen ſie jedem denkenden Forſcher ein hohes Intereſſe abgewinnen. Es iſt merkwürdig genug, daß ihre Beſtandtheile dieſelben ſind, wie die unſerer Erde; zwar bei weitem nicht alle irdiſchen Stoffe hat man bis jetzt in ihnen aufgefunden, aber nur irdiſche, und dieſe oft in Verbindungen, wie ſie in gewiſſen vulkaniſchen Geſteinen der Erde, namentlich in den Doleriten, ſich vorfinden. Ziemlich nahe liegt es, darauf die Vermuthung zu gründen, daß dieſe Verbindungen von Pyroxen, Olivin, Eiſen u. ſ. w. primitive, d. h., daß die den Meteormaſſen ähnlichen Laven nicht umgeſchmolzene Geſteine, ſondern emporgepreßte Theile einer heißflüſſigen Urmaſſe ſind. Wenn dabei der Eiſengehalt der Meteorſteine oft viel größer als der der doleritiſchen Laven iſt, ja wenn ſie zuweilen ganz aus gediegenem Eiſen beſtehen, ſo könnte dieſer Unterſchied leicht erklärt werden, wenn wir vorausſetzen dürften, der Metallgehalt des Erdkörpers habe ſich nach den Geſetzen der Schwere vorzugsweiſe gegen ihren Mittelpunkt hin concentrirt, und komme deshalb in den Producten der Oberfläche weniger zur Erſcheinung, zumal da hier das leicht oxydirbare Eiſen, wo es in kleinen Mengen mit emporgeriſſen ward, ſich überall mit Sauerſtoff verbunden hat, und deshalb niemals gediegen auftritt. Mit ſolcher Annahme ſteht die berechnete höhere Dichtigkeit (Schwere) des Erdinnern (im Vergleich zur Kruſte) im beſten Einklange. —

Die Zuſammenſetzung der Meteorſteine lehrt uns ſonach, daß viele Grundſtoffe unſeres Erdkörpers eine allgemeinere, vielleicht ganz allgemeine Verbreitung in unſerem Sonnenſyſtem

haben. Wir dürfen vermuthen, daß es Weltſtoffe ſind. Damit ſteht auch die berechnete ganz ungleiche Dichtigkeit der Sonne, der Planeten, der Monde und Kometen nicht in Widerſpruch, denn dieſe Ungleichheit kann theils durch ungleiche Vertheilung der ungleich dichten Stoffe im Sonnenſyſtem, theils aber auch durch ihre örtlich ungleichen Aggregatzuſtände bedingt ſein.

Die Meteorſteine gewähren noch ein anderes geologiſches Intereſſe. Während wir aus ihrem kosmiſchen Urſprung ſchließen müſſen, daß ſie, ſo lange die Erde als Planet beſteht, zuweilen auf ſie herab gefallen ſind, ſo iſt es doch ſonderbar genug, daß man in den älteren Geſteinsablagerungen noch nirgends einen deutlichen Meteorſtein aufgefunden hat. Sei es nun, daß in dem kurzen Zeitraume ſorgfältiger geognoſtiſcher Beobachtung die Blicke der Geognoſten zufällig noch nicht darauf gefallen ſind, oder daß die meteoriſchen Maſſen, durch Zerſetzung unkenntlich geworden, ſich nicht mehr als ſolche nachweiſen laſſen. —

Eine nickelhaltige Eiſenmaſſe, die man 31½ Fuß tief in den Goldſandlagern von Petropawlowsk am Altai gefunden hat, iſt das einzige ſicher erkannte Beiſpiel eines wahrſcheinlich vorhiſtoriſchen Meteorſteinfalles. Doch iſt das Alter dieſer Goldſandlager nicht genau bekannt und wahrſcheinlich, geologiſch betrachtet, ein ſehr geringes.

Geſtatten Sie, daß ich Ihnen als ein lehrreiches Beiſpiel noch den Bericht über den neueſten Meteorſteinfall mittheile, der gerade von recht merkwürdigen Umſtänden begleitet war.

„Am 14. Juli 1847 des Morgens ¾ auf 4 Uhr, als der öſtliche unbewölkte Horizont in ſchöner Morgenröthe erglühte, während den weſtlichen eine dunkle Wolkenwand bedeckte, wurden die Bewohner von Braunau in Böhmen durch zwei auf einander folgende heftige Exploſionen von Kanonenſchußſtärke und zwar in dem Zeitraum der zum Abfeuern einer Doppelflinte nöthig iſt, aus dem Schlafe geweckt und in Schrecken geſetzt. Es war durch das ganze Braunauer Ländchen, vom Hutberge aus bis Wünſchelberg und Albendorf in der Grafſchaft Glatz, ein heftiges, mehrere Minuten dauerndes Sauſen und Brauſen hörbar. Die Menſchen eilten an die Fenſter

und ins Freie. Herrn Oberförster Pollack verdanken wir folgende Erzählung hierüber. Es bildete sich bei sonst ziemlich wolkenfreiem Himmel, an dem noch einige Sterne glänzten, über dem von Braunau aus nordöstlich gelegenen Dorf Hauptmannsdorf eine kleine schwarze Wolke, die sich während ihres Hin- und Hertreibens zu einem horizontalen Streifen geformt hatte. Diese Wolke sah man mit einem Male in feuriges Erglühen versetzt, nach allen Richtungen Blitze zucken, gleichzeitig zwei Feuerstreifen scheinbar aus ihr nach der Erde niederfahren, worauf die beschriebenen Kanonenschläge erfolgten. Gleich darauf sah man an dem Punkte der feurigen eine aschgraue Wolke von rosettenartigem Umriß längere Zeit stehen, die, nach Nordost und Südwest sich theilend, in Streifen auslief und endlich verschwand, wobei deutlich wahrzunehmen war, in wie großer Bewegung sich die Luft in jenem Punkte befand.

Auf Grund dieser Erscheinung machte Herr Pollack sofort den sehr richtigen Schluß auf einen Meteorsteinfall, während die meisten anderen Menschen der Meinung waren, es müsse der Blitz an mehreren Orten eingeschlagen haben. Es verbreitete sich auch alsbald die Nachricht, daß dies auf einem Ackerraume bei Hauptmannsdorf der Fall gewesen sei. Ein Mann, Namens Trepper aus Hauptmannsdorf, wollte es gesehen haben. Man fand diese Nachricht in so fern bestätigt, als man an dem bezeichneten Punkte ein 3 Fuß tiefes Loch in der Erde und in der Tiefe desselben eine heiße Masse vorfand, die beim Nachgraben, 6 Stunden nach dem Niederfallen, noch so heiß war, daß sie nicht berührt werden konnte. Sie wog 42¼ Pfund östr. und wurde zunächst nach Braunau, dann an das k. k. Museum zu Wien abgeliefert. Die äußere Form derselben ist die eines unregelmäßig verschobenen, mit lauter Concavitäten bedeckten Vierecks. Die Concavitäten haben meist eine unregelmäßig sechsseitige Form. Die ganze Masse ist äußerlich eisengrau angelaufen und nur in der Tiefe einiger der Concavitäten mit einem gelbbraunen Ueberzuge versehen, auf welchem kleine glimmerartig metallisch glänzende Blättchen sitzen. Auf dem Bruch zeigt die Masse deutlich krystallinisches Gefüge und Metallglanz. Ihr specifisches Gewicht beträgt 7,7142; es ist Meteoreisen. Dasselbe ist härter als die besten Stahlmeisel, erglüht im Schmiedefeuer

raſch und läßt ſich dann leicht hämmern. Gleichzeitig verbreitete ſich die Nachricht, der Blitz habe auch in das ¼ Stunde von Braunau gelegene Domicialhaus in dem ſogenannten Ziegelſchlage eingeſchlagen, ohne zu zünden. Herr Pollack, welcher ſich an Ort und Stelle verfügte, fand in dem Schindeldache des Hauſes ein kopfgroßes Loch, außerdem eine Latte, einen Sparren, den Lehmeſtrich, nebſt dem darin liegenden Holzrahmen diagonal durchſchlagen, und in der ſüdöſtlichen Bindewand der Kammer eine Zertrümmerung, worunter das Meteor mit vielem Fleiß geſucht, jedoch erſt am folgenden Tage gefunden wurde. Dieſes Stück wiegt 30 Pfund 16 Loth, und iſt blos in ſeiner äußeren Hauptform von dem Hauptmannsdorfer verſchieden. Die 6eckigen Concavitäten ſind an ihm noch deutlicher, tiefer und mit mehr röthlichbraunem Oxyd belegt. Beim Durchſchlagen des Eſtrichs ſind Strohtheile in ſeine Oberfläche eingeſchmolzen.

A. Duflos und W. Fiſcher[5]) fanden dieſen Meteorſtein zuſammengeſetzt aus:

91,82	Eiſen,
5,517	Nickel,
0,529	Kobalt,
0,072	Kupfer, Mangan, Arſen, Calcium, Magneſium, Silicium, Kohlenſtoff, Chlor, Schwefel,

welche Beſtandtheile darin zu drei verſchiedenen Körpern vereinigt zu ſein ſcheinen.

Aus der Entfernung, in welcher die beiden Bruchſtücke von einander gefunden wurden, und aus ihrem Einfallswinkel hat man berechnet, daß das Zerſpringen des Meteors ungefähr in einer Höhe von 29,500 Fuß erfolgt iſt.

Es iſt, wie v. Humboldt bemerkt, wahrſcheinlich, daß eine große Zahl von Meteorſteinfällen unbeachtet vorüber geht,

und daß gewiß sehr viele solche Steine in uncivilisirten Ländern oder auf dem Boden des Meeres liegen, wo sie zum Theil einer allmäligen Zersetzung entgegengehen. Man kann nicht annehmen, daß in Frankreich mehr Meteormassen niederfallen als in anderen Erdtheilen; da nun in diesem Lande von 6000 Quadratmeilen Flächenraum innerhalb 26 Jahren 10 Meteorsteinfälle beobachtet worden sind, und da dieser Flächenraum nur ungefähr $^1/_{2000}$ der ganzen Erdoberfläche beträgt, so läßt sich erwarten, daß in diesem Zeitraume überhaupt etwa 20,000 Meteorsteine auf die Erde gefallen sind, was für jedes Jahr über 700, und für jeden Tag durchschnittlich etwa 2 beträgt.

Elfter Brief.

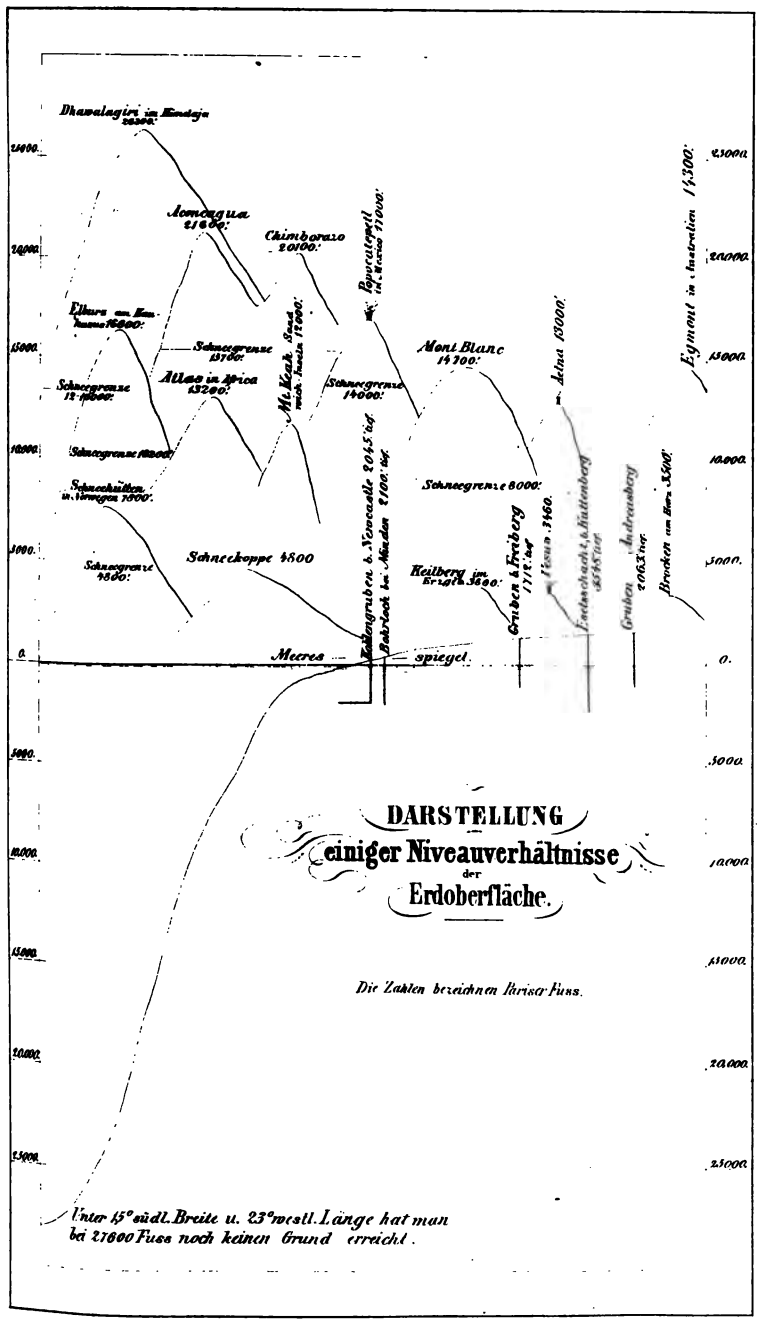
Bewegung der Fixsterne.

„Der Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers merklich würde." v. H.

Die eigene Bewegung der Fixsterne und unserer Sonne entdeckte man zuerst, als man bemüht war, die Parallaxen der Fixsterne zu suchen; so führen oft die eifrig gesuchten zu ganz unerwarteten und neuen Resultaten. Ich habe Ihnen schon erzählt, daß Herschel durch dieselbe Veranlassung die besondere Natur der wahren Doppelsterne auffand. Wenn Sie sich die fast unermeßliche Schnelligkeit aller dieser kosmischen Bewegungen vorstellen, so wird Ihnen dadurch recht klar werden, wie groß ihre Entfernungen sein müssen, da unser Sternenhimmel Jahrtausende beobachtet und beschrieben worden ist, ohne daß man Veränderungen in den Stellungen der Sterne bemerkte, die man deshalb, wie sich nun gezeigt hat mit Unrecht, Fixsterne nannte. In jeder Minute bewegen sie sich wohl mehr

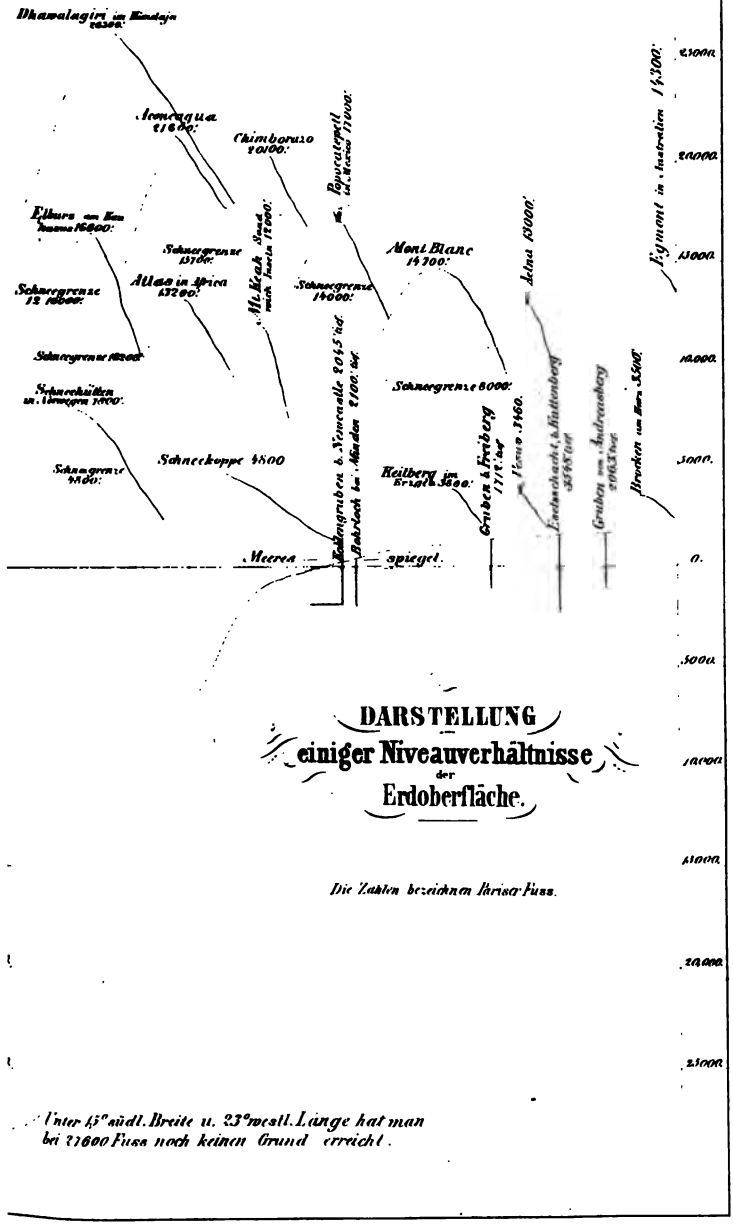
als 500 Meilen, und doch hat man Jahrtausende lang diese Bewegung nicht bemerkt. Wohl eben so schnell bewegt sich unsere Erde mit der Sonne durch den Weltraum, und erstere zugleich in jeder Minute 240 Meilen in ihrer Bahn um die Sonne, wodurch allerdings während einer (der rückgängigen) Hälfte des Umlaufes die Fortbewegung im Weltraume gemindert wird. Dennoch *erscheint* uns die Landschaft des Himmelsgewölbes an jeder Stelle stets unverändert. Erlauben Sie mir, daß ich Sie auf den großen Unterschied aufmerksam mache, der zwischen diesen Erscheinungen stattfindet und denen, welche wir auf der Erde zu sehen gewohnt sind. Wenn wir im Dampfwagen, jede Minute höchstens $^1/_{10}$ einer Meile zurücklegend, an den Vogesen oder am Thüringer Walde vorbei eilen, so gewinnen wir immer neue Ansichten dieser Gebirge; die Kuppen und Schluchten, die Städte und Burgen gruppiren sich mit jedem Blick anders, und während wir mit noch ungemessener Schnelligkeit die Welt durcheilen, erscheint uns der selbst bewegte Sternenhimmel stets gleich! Das Relative von schnell und langsam, von fern und nah muß uns bei solcher Vergleichung recht lebhaft vor den Geist treten. Es ist wie ein Blick aus dem Endlichen ins Unendliche.

Den Gegensatz zu dieser scheinbaren Ruhe bei wirklich größter Bewegung des Sternenhimmels finden Sie beim Schauen durch das Mikroskop in dem von Infusorien belebten Wassertropfen. Diese bewegen sich in Wahrheit nur sehr langsam, aber durch mehr als hundertfache Vergrößerung erscheint auch jede ihrer Bewegungen um das eben so Vielfache beschleunigt, sie scheinen mit zuckender Schnelligkeit das Gesichtsfeld zu durcheilen, was nicht wenig ihre genaue Beobachtung erschwert. Alle ihre Bewegungen zeigen den Charakter größter Eilfertigkeit, und es fällt eben so schwer, sie in Gedanken auf das wahre Maß von Langsamkeit zurückzuführen, als es uns schwer fällt, die scheinbar ruhenden Sterne uns mit solcher Schnelligkeit umhereilend zu denken, daß wir, aus der Entfernung eines Erddurchmessers betrachtet, sie eben so wenig zu unterscheiden vermöchten, als die Radspeichen eines schnell fahrenden Wagens. Die Schnelligkeit des Lichtes, beinah unermeßlich in irdischen Entfernungen, wird zum langsamen, zu spät kommenden Boten, wenn


Dhawalagiri im Himalaja 26300'
Aconcagua 21600'
Chimborazo 20100'
Popocatepetl in Mexico 21000'
Elburz am Kaukasus 16600'
Schneegrenze 13700'
Atlas in Africa 13200'
Mt. Keah Sand reich Inseln 12000'
Schneegrenze 14000'
Mont Blanc 14700'
Aetna 13000'
Egmont in Australien 14300'
Schneegrenze 12-16000'
Schneegrenze 10000'
Schneehütten in Norwegen 7800'
Schneegrenze 8000'
Schneekoppe 4800
Schneegrenze 4800'
Keilberg im Erzgeb. 3600'
Gruben b. Freiberg 1712' tief
Vesuv 3460'
Eselsschacht b. Hüttenberg 3545' tief
Gruben Andreasberg 2063' tief
Brocken am Harz 3500'
Kohlengruben b. Newcastle 2045' tief
Bohrloch bei Minden 2100' tief
Meeres spiegel
25000
20000
15000
10000
5000
0
5000
10000
15000
20000
25000
DARSTELLUNG
einiger Niveauverhältnisse
der
Erdoberfläche.
Die Zahlen bezeichnen Pariser Fuss.
Unter 15° südl. Breite u. 23° westl. Länge hat man bei 27600 Fuss noch keinen Grund erreicht.

als 500 Meilen, und doch hat man Jahrtausende lang diese Bewegung nicht bemerkt. Wohl eben so schnell bewegt sich unsere Erde mit der Sonne durch den Weltraum, und erstere zugleich in jeder Minute 240 Meilen in ihrer Bahn um die Sonne, wodurch allerdings während einer (der rückgängigen) Hälfte des Umlaufes die Fortbewegung im Weltraume gemindert wird. Dennoch *erscheint* uns die Landschaft des Himmelsgewölbes an jeder Stelle stets unverändert. Erlauben Sie mir, daß ich Sie auf den großen Unterschied aufmerksam mache, der zwischen diesen Erscheinungen stattfindet und denen, welche wir auf der Erde zu sehen gewohnt sind. Wenn wir im Dampfwagen, jede Minute höchstens $^1/_{10}$ einer Meile zurücklegend, an den Vogesen oder am Thüringer Walde vorbei eilen, so gewinnen wir immer neue Ansichten dieser Gebirge; die Kuppen und Schluchten, die Städte und Burgen gruppiren sich mit jedem Blick anders, und während wir mit noch ungemessener Schnelligkeit die Welt durcheilen, erscheint uns der selbst bewegte Sternenhimmel stets gleich! Das Relative von schnell und langsam, von fern und nah muß uns bei solcher Vergleichung recht lebhaft vor den Geist treten. Es ist wie ein Blick aus dem Endlichen ins Unendliche.

Den Gegensatz zu dieser scheinbaren Ruhe bei wirklich größter Bewegung des Sternenhimmels finden Sie beim Schauen durch das Mikroskop in dem von Infusorien belebten Wassertropfen. Diese bewegen sich in Wahrheit nur sehr langsam, aber durch mehr als hundertfache Vergrößerung erscheint auch jede ihrer Bewegungen um das eben so Vielfache beschleunigt, sie scheinen mit zuckender Schnelligkeit das Gesichtsfeld zu durcheilen, was nicht wenig ihre genaue Beobachtung erschwert. Alle ihre Bewegungen zeigen den Charakter größter Eilfertigkeit, und es fällt eben so schwer, sie in Gedanken auf das wahre Maß von Langsamkeit zurückzuführen, als es uns schwer fällt, die scheinbar ruhenden Sterne uns mit solcher Schnelligkeit umhereilend zu denken, daß wir, aus der Entfernung eines Erddurchmessers betrachtet, sie eben so wenig zu unterscheiden vermöchten, als die Radspeichen eines schnell fahrenden Wagens. Die Schnelligkeit des Lichtes, beinah unermeßlich in irdischen Entfernungen, wird zum langsamen, zu spät kommenden Boten, wenn



DARSTELLUNG
einiger Niveauverhältnisse der Erdoberfläche.

Die Zahlen bezeichnen Pariser Fuss.

Unter 45° südl. Breite u. 23° westl. Länge hat man bei 27600 Fuss noch keinen Grund erreicht.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

es den Weltraum durchmißt. Was vor Jahrtausenden geschehen, erfahren wir durch den Lichtstrahl erst jetzt, gleichzeitig mit dem, was sich begiebt oder vor 8 Minuten in der Entfernung der Sonne begeben hat, und was in unermeßlichen Entfernungen hinter einander liegt, erscheint uns am Sternenhimmel neben einander, wie goldene Punkte in einem dunklen Teppich. Doch alle diese natürlichen Täuschungen hat der menschliche Verstand allmälig überwunden, unermüdlich auch ferner die Wahrheit erforschend und vom Scheine sondernd. Was war natürlicher, als zu glauben, daß die Erde still stehe und der Himmel sich um sie drehe? Kein Wunder, daß es lange dauerte, ehe man die Täuschung erkannte!

Zwölfter Brief.

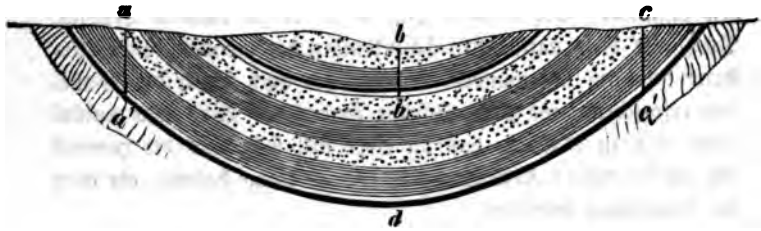
Bekannte Erdkruste.

„Es ist die Dicke der der Oberfläche unseres Planeten nächsten Schichten, welche durch tiefe spaltenartige Thäler oder durch die Arbeit der Menschen aufgeschlossen sind.“ v. H.

Man hat mehrfach den Vergleich gemacht, daß die Dicke der der Beobachtung zugänglichen Erdkruste sich zu der ganz unzugänglichen Erdmasse ungefähr so verhalte wie die Papierdicke auf einem Globus von 1 Fuß Durchmesser zu der ganzen Masse des Globus. Diese Vergleichung ist in jeder Beziehung nur eine ungefähre, aber eine recht anschauliche. Sie finden in einer Anmerkung des Kosmos Seite 416 eine Zusammenstellung der größten durch Menschenarbeit erreichten Erdtiefen; ich will versuchen, Ihnen einige derselben durch beistehende Skizze noch mehr zu versinnlichen und mit den natürlichen Einsenkungen in Vergleich zu bringen.

Aber diese Einschnitte in die Erdkruste sind doch im Grunde nur Ausnahmen und die tiefsten derselben unzugänglich, seitdem man genauere geognostische Untersuchungen anzustellen ange-

fangen hat. Der Verfaſſer des Kosmos erwähnt ferner die ziemlich ſicheren Schlüſſe, welche ſich aus regelmäßig muldenförmigen Schichtenſtellungen, wie bei Lüttich und Saarbrücken, auf deren Fortſetzung bis zu Tiefen von 3600 und ſelbſt 20000 Fuß Tiefe ziehen laſſen.



Wenn man nämlich an den Rändern einer ſolchen Mulde beſtimmte Geſteinsſchichten, z. B. die durch beſonders ſtarke Linien angedeuteten Kohlenflötze durch die Schächte a a', b b' und c c' bis zu einer gewiſſen Tiefe verfolgt hat, ſo kann man aus der übereinſtimmenden Form ziemlich ſicher auf ihre Fortſetzung in ungefähr berechenbare Tiefen d ſchließen. Das ſind aber doch nur Schlüſſe, wie man ſie etwas unſicherer auch auf die von den Vulkanen ausgeworfenen Maſſen zu gründen vermag, es ſind keine unmittelbaren Beobachtungen. — Ferner werden die Höhenunterſchiede des Landes, die Berge und Gebirge, die Thaleinſchnitte und die nur dem Senkblei zugänglichen tiefen Meeresbecken in Rechnung gebracht. Nun ſind aber die größten Berghöhen ſehr vereinzelt, unzugänglich und mit Schnee bedeckt, überdies bieten Bergesſpitzen keineswegs gerade immer wahre Querſchnitte der feſten Erdkruſte zur Beobachtung dar, da ſie ſehr oft aus denſelben gehobenen oder aufgerichteten Schichten beſtehen, als der Fuß derſelben. — Wenn wir alle dieſe Umſtände berückſichtigen, ſo reducirt ſich die Dicke, oder Höhe und Tiefe der Beobachtungszone für die feſte Erdmaſſe außerordentlich, und kann höchſtens auf 10000 Fuß angenommen werden, gewöhnlich beträgt ſie nur 2—5000 Fuß oder etwa $^1/_{4000}$ des Erdhalbmeſſers. Dazu kommt nun noch die Beſchränkung in horizontaler Richtung; etwa $^3/_4$ der Erdoberfläche iſt mit fließendem oder ſtehendem Waſſer bedeckt, große Regionen mit beſtändigem Eis und Schnee, andere ſind als Wüſten unzugänglich; man darf wohl behaupten, daß von Geologen bis jetzt höchſtens der funfzigſte Theil der Erdober-

fläche einigermaßen untersucht worden ist. Aber zum Glück liegen die untersuchten Theile nicht in einem Gebiet zusammen, sondern sie sind über die ganze Kugel zerstreut und ergänzen dadurch häufig die Lücken. Indessen sehen Sie wohl ein, wie bedenklich es sein muß, aus einem so kleinen Theile auf das Ganze zu schließen.

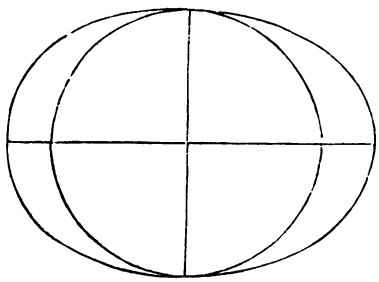
Dreizehnter Brief.

Form der Erde.

„Die geometrische Gestalt der Erde bezeugt die Art ihrer Entstehung." v. H.

In diesen Worten spricht v. Humboldt einen wichtigen Theil der Theorie der Erdentstehung aus.

Jeder weiche, in gewissem Grade flüssige Körper, der sich um eine (imaginäre) Axe dreht, nimmt die Gestalt eines Rotationssphäroides an, muß sie annehmen, weil nur bei solcher Gestalt die Gravitation gegen den Mittelpunkt mit der Centrifugalkraft (der Kraft, welche ein geschwungenes Fadenpendel stets stramm erhält) in solchem Gleichgewicht steht, daß die Oberfläche ruhig bleiben kann. Je schneller die Umdrehung bei übrigens gleichen Verhältnissen erfolgt, desto größer muß die Abplattung werden, und wenn die feste Erde diese Gestalt nicht hätte, sondern z. B. wirklich kugelförmig und unnachgiebig wäre, so würde sie doch vom Wasser in solcher Gestalt umgeben werden.



Dann würde nur gegen die Pole hin Land bestehen können.

Da nun aber der feste Erdkörper diese ellipsoidische Gestalt wirklich hat, so sträubt sich unser Verstand gegen jede andere

Erklärung derſelben und weiſt uns mit aller Macht der Induction darauf hin, daß zu einer gewiſſen Zeit die Theile, auch der jetzt feſten Erde, in gewiſſem Grade verſchiebbar, wie in einer Flüſſigkeit mit einander verbunden waren. Die Geologen ſind in ihren Folgerungen noch weiter gegangen; ſie ſagen: der flüſſige Zuſtand der Erde muß ein heißflüſſiger geweſen ſein. Die Totalität der Beſtandtheile der feſten Erdkruſte iſt nämlich, ſo weit unſere jetzigen phyſikaliſchen und chemiſchen Kenntniſſe reichen, durch nichts Anderes in flüſſigen Zuſtand verſetzbar, als durch Wärme. Da nun auch einige andere Umſtände, von denen ich Ihnen ſpäter mehr erzählen will, mit dieſer Annahme ganz übereinſtimmen, ſo gewinnt ſie dadurch ſehr an Wahrſcheinlichkeit.

Dies iſt zugleich der früheſte Zuſtand unſeres Erdkörpers, auf welchen der Geolog aus vorhandenen Erſcheinungen zu ſchließen vermag. Der Phyſiker, der Aſtronom, der Philoſoph können weiter gehen; ſie können aus Analogieen auf einen vorausgehenden gasförmigen Zuſtand, auf eine Abſonderung der Materie der einzelnen Planeten aus einem großen, unſer Sonnenſyſtem repräſentirenden Stoffnebel ſchließen, wie deren in verſchiedenen Zuſtänden am Himmel als Lichtnebel vielleicht beobachtet werden.

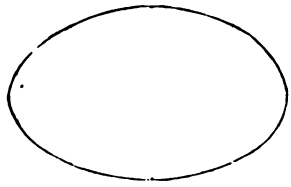
Die polare Abplattung, welche ſich bei allen genau beobachteten, ſich wie die Erde um eine Achſe drehenden Himmelskörpern wiederholt, iſt nicht nur durch berechnende Vergleichung zwiſchen Gravitation und Centrifugalkraft, ſondern ſogar durch Experimente an Flüſſigkeiten nachgewieſen worden. Plateau[5]) hat Oelkugeln von den Wirkungen der Erdanziehung (der Schwere) iſolirt, d. h. dieſe für ihre Form unwirkſam gemacht, und ſomit unter ähnliche Verhältniſſe gebracht, unter denen ſich die Himmelskörper befinden, indem er ſie in einer ſpecifiſch gleich ſchweren Miſchung von Waſſer und Alkohol ſchwimmen ließ, wodurch ſie alſo getragen wurden ohne gedrückt zu werden. Wenn er nun einen ſolchen frei ſchwimmenden und durch die Attraction der Theilchen vollkommen kugelförmigen Oeltropfen, durch eine ſinnreiche Vorrichtung in Rotation um eine Axe brachte, ſo konnte er je nach der Größe der Drehungsgeſchwindigkeit beliebig große Abplattungen der Oelkugeln hervorbrin-

gen. Bei sehr großer Geschwindigkeit breiteten sie sich zu flachen Scheiben aus, dann sonderte sich ein Ring, ähnlich dem des Saturn, davon ab, und endlich bei fortgesetzter vermehrter Schnelligkeit trennte sich der Ring in einzelne rotirende Trabanten.

In einem kleinen Gefäß sehen Sie auf diese Weise den weltenformenden Proceß nachgeahmt. Die Nothwendigkeit desselben unter den gegebenen Umständen ist nicht nur durch Rechnung, sondern auch durch das Experiment nachgewiesen. Tiefer, und für uns, wie es scheint, unerreichbar liegt freilich die Ursache dieser Nothwendigkeit. Aber wenn der Mensch auch nur ein einziges Naturphänomen auf solche Weise erkannt, d. h. begriffen hätte, so wäre dadurch schon die Möglichkeit erwiesen, daß er die Welt zu begreifen vermag.

Ich muß Sie hier noch auf einen Einwand aufmerksam machen, welchen neuerlich ein Engländer, Herbert Spencer[6]), gegen den Beweis des einst flüssigen Zustandes der Erde aus ihrer Form erhoben hat. Er sagt: flüssig und fest sind nur relative Begriffe, abhängig einigermaßen von dem Volumen der Masse. Eine Erdscholle von einem Cubikfuß erscheint fest (nicht flüssig), man kann sie als Würfel ausstechen, und sie behält ihre Gestalt. Wollte man aber einen Würfel derselben Erde von 100000 Cubikfuß Inhalt herstellen, er würde sogleich zu einem Haufen zerfallen, d. i. zerfließen. In dieser Weise wirken Schwere und ebenso Centrifugalkraft auf alle sehr großen Massen gestaltverändernd, ihre Wirkung wächst mit der Masse, also cubisch, während die Cohäsion der Theile dieselbe bleibt, ihr Widerstand also nur quadratisch mit dem Querschnitt wächst. Es muß deshalb unter allen Umständen durch Zunahme der Masse die cubisch wachsende Wirkung den nur quadratisch wachsenden Widerstand erreichen und überschreiten können. Die festeste Substanz, welche wir kennen, würde, in eine so schnelle Umdrehung als die Erde versetzt, schon bei $^1/_{100000000}$ des Erdvolumens nachgeben und sich abplatten. In diesem Sinne ist nach Spencer die Erde noch jetzt flüssig, doch behauptet er keineswegs, sie könne nie heißflüssig gewesen sein.

Die Gradmessungen, welche man in der Richtung der Meridiane und unter verschiedenen Breiten, theils nahe dem Aequator, theils nahe dem Nordpol anstellte, haben gezeigt, daß



die Krümmung der Erdoberfläche am Aequator eine stärkere ist, als an den Polen, woraus eben, wie die beistehende übertriebene Figur versinnlichen soll, die Abplattung an den Polen hervorgeht.

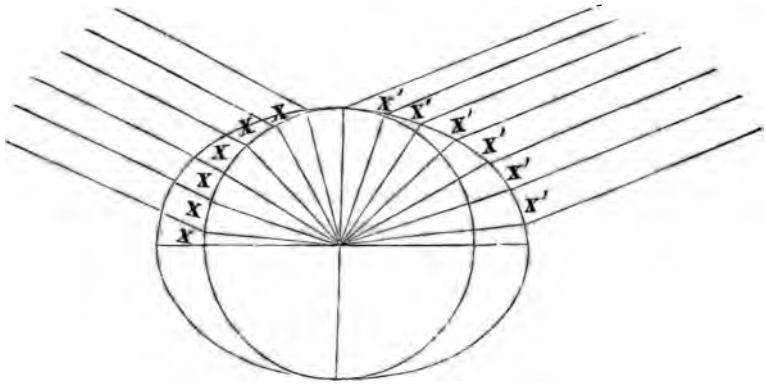
Aber diese Gradmessungen haben zugleich gezeigt, daß diese Krümmungen in verschiedenen Meridianen unter gleicher Breite etwas verschieden sind, woraus folgt, daß die wahre Gestalt der Erde, auf den Meeresspiegel reducirt, keine sogenannte mathematische, keine genau berechenbare, nicht ausschließlich das Resultat von Schwere und Centrifugalkraft ist. Sie ist nur ungefähr die eines Rotationssphäroides.

Durch Anziehung des Mondes und der Sonne während des Erstarrens, und durch ungleiche Dichtigkeit der Masse sind kleine Anschwellungen bedingt, welche sich der Vorausberechnung entziehen und durch welche zum Theil vielleicht die wechselnden Kraftwirkungen einer längst vergangenen Zeit gewissermaßen fixirt sind, so wie manchmal ein mächtiger Eindruck im kindlichen Alter eine gewisse dauernde Schattirung des Charakters des Mannes bedingt. Die Form der Erde ist ebenso wie unsere psychische oder physische Individualität ein Resultat unendlich mannichfaltiger äußerer Einwirkungen auf das ursprünglich Gegebene, welches stets als wesentlich vorherrscht.

Wenn wir alle die Unebenheiten der Erdoberfläche, welche in Beziehung auf die Gestalt im Ganzen fast verschwindend klein sind und welche, weil sie die Richtung der Schwere nur ganz unmerklich verändern, auf die Resultate der Gradmessungen nicht merkbar einwirken können; wenn wir alle Unebenheiten des Landes- und Meeresbodens, alle Gebirge, Berge, Ebenen und Thäler, theils durch äußere, theils durch innere Ursachen bedingt, ins Auge fassen: so ist die Mannichfaltigkeit, die Verwickelung, die Schwierigkeit, alles Einzelne auf seine Ursachen zurückzuführen, eben so groß, als wenn wir versuchen wollten, alle individuellen Eigenschaften eines Menschen aus seiner ursprünglichen Organisation, den Umständen seiner Geburt, und den Ereignissen seines Lebens abzuleiten. Solche

Aufgaben ſind für uns nicht lösbar; wir müſſen uns in beiden Fällen begnügen, die Hauptzüge zu begreifen oder iſolirte Einzelnheiten zu erklären.

Die Gradmeſſungen, durch welche die Form der Erde zuerſt direct ermittelt worden iſt, beruhen einfach darauf, daß man in zwei in einem Meridian liegenden Punkten, deren Entfernung von einander genau gemeſſen iſt, den Winkel mißt, welchen eine aſtronomiſch beſtimmte Linie mit der Lothlinie macht. Wäre die Erde kugelförmig, ihr Querſchnitt alſo kreisförmig, ſo müßten dieſe Winkel x bei gleichen Abſtänden der Beobachtungspunkte gleiche Differenzen zeigen. Dieſe Winkeldifferenzen wer-



den aber gegen die Pole hin in Wirklichkeit immer kleiner x', woraus folgt, daß die Krümmung abnimmt. Die Größe dieſes Abnehmens ergiebt für den Meridian der Beobachtung die beſondere Form, und ihr allgemeines Reſultat iſt eine elliptiſche, aber nicht vollkommen gleiche Form aller Meridiane, woraus wieder die Geſtalt eines nicht ganz regelmäßigen Ellipſoides oder Rotationsſphäroides für die Erde folgt.

Sie wiſſen, daß die Schnelligkeit der Pendelſchwingungen einestheils von der Länge des Pendels, anderentheils von der Stärke der Anziehung durch die Erde abhängig iſt. Die ſpecifiſche oder abſolute Schwere des Pendels, ſowie die Höhe ſeines Hubes, ſind auf die Schwingungsdauer ohne Einfluß, weil erſtere im Vergleich zur Erdmaſſe ſtets verſchwindend klein iſt; aber je kürzer der Pendel bei gleicher Erdanziehung, um ſo

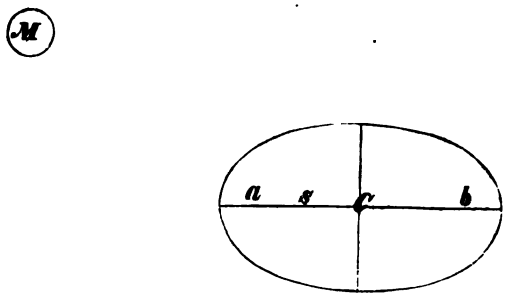
ſchneller ſchwingt er, und je geringer die Erdanziehung bei gleicher Pendellänge, um ſo langſamer ſchwingt er. Wenn man daher an einem Pendel von ganz unveränderlicher Länge in verſchiedenen Gegenden ungleich ſchnelle Schwingungen beobachtet, ſo ergiebt ſich daraus eine ungleiche Intenſität der Erdanziehung oder Schwerkraft, welche ſich durch die Schwere oder Gravitation der Körper nicht ermitteln läßt, weil, wenn man ſie auf irgend einer Wage wiegt, die Anziehung für das Gewicht ſich gerade ſo verändert, wie für den zu wiegenden Körper. Durch Wägen von Körpern die kleine örtliche Verſchiedenheit der Erdanziehung zu beſtimmen, würde nur möglich ſein, wenn man entweder im höchſten Grade genaue Federwagen beſäße, oder Wagebalken von vielen Meilen Länge herſtellen könnte, ſo daß die zu vergleichenden Gewichte in den rückſichtlich ihrer Erdanziehung zu vergleichenden Gegenden aufgehangen wären.

Das Verfahren, die Abplattung der Erde durch Pendelbeobachtungen in verſchiedenen geographiſchen Breiten zu beſtimmen, beruht nun auf dem erkannten Geſetz, daß die Intenſität der Körperanziehung (die Schwere) in einem beſtimmten Verhältniß (quadratiſch) mit der Entfernung der Schwerpunkte abnimmt. Wenn man nun, wie es wirklich der Fall iſt, nahe den Polen denſelben Pendel ſchneller ſchwingen ſieht, als am Aequator, ſo ergiebt ſich daraus, daß die Erdanziehung an den Polen ſtärker wirkt, und das iſt hauptſächlich eine Folge der Abplattung, wodurch die Erdoberfläche an den Polen dem Schwerpunkte der Erde näher liegt, als am Aequator. Durch viele Beobachtungen zwiſchen Aequator und Pol läßt ſich das Verhältniß der Schwingungszunahme und daraus die Form und Größe der Abplattung berechnen. Doch darf dabei nicht unberückſichtigt bleiben, daß auch die der Schwerkraft entgegenwirkende Centrifugalkraft wegen des immer kleineren Umkreiſes gegen die Pole hin abnimmt, wodurch ebenfalls eine ſtetige Vergrößerung der Pendelſchnelligkeit nach den Polen zu bedingt wird. Aber ſo feſt ſteht das menſchliche Erkennen einiger Weltgeſetze und ihrer Wirkungen, daß man dieſen Einfluß vollkommen zu berechnen und in Abzug zu bringen vermag. Schwieriger iſt es, die localen Störungen für die Berechnung unſchädlich zu machen. Es hat ſich nämlich aus vielen genauen

Beobachtungsreihen ergeben, daß die Schnelligkeit der Pendelschwingungen zuweilen auch an Orten, welche ganz gleichweit vom Aequator entfernt sind, etwas variirt, was, wie man vermuthet, von ungleicher Dichtigkeit und in Folge davon ungleicher Anziehungskraft der festen Erdkruste in gewissen Tiefen herrührt. Diese Störungen können nur dadurch für die Berechnung unschädlich gemacht werden, daß man durch sehr viele Beobachtungen mittlere Resultate für gleiche Breiten erlangt. Jedenfalls ist es ein großer Triumph für den beobachtenden und combinirenden Geist des Menschen, daß die Resultate dieser subtilen Pendelmessungen bereits sehr nahe mit den durch die beiden anderen Methoden gefundenen Abplattungswerthen der Erde übereinstimmen. Die Nothwendigkeit der Wirkung ist dadurch festgestellt, und alles Andere, was von der Abplattung abhängt, läßt sich, einmal ermittelt, in seiner Gradation mit voller Sicherheit vorher verkünden.

Es würde mir sehr schwer fallen, Ihnen ganz deutlich zu machen, in welcher Weise auch die Bewegung des Mondes von der Abplattung der Erde abhängig ist, und zwar so abhängig, daß sich die eine aus der anderen berechnen läßt. Es setzt dies, um es ganz zu verstehen, sehr beträchtliche mathematische Vorkenntnisse voraus. Um Ihnen aber eine allgemeine Idee von diesem Zusammenhange zu geben, erinnere ich Sie daran, daß alle Bewegungen der Himmelskörper den Gesetzen der Schwere — der gegenseitigen Anziehung — folgen. Diese Anziehung wirkt im Allgemeinen von Schwerpunkt zu Schwerpunkt, bei großen Entfernungen kommt daher nur die Lage der Schwerpunkte in Rücksicht. Bei verhältnißmäßig zum Volumen kleinen Entfernungen der bewegten, gegen einander gravitirenden Körper, wie z. B. bei Erde und Mond, wirkt dagegen auch die besondere Gestalt der Körper, weil durch sie zuweilen große Massentheile der Körper sich nähern oder entfernen, wodurch Verrückung der relativen Gravitationsmittelpunkte in den Körpern hervorgebracht wird, ohne daß dadurch die absoluten Schwerpunkte derselben sich verändern. Die beistehende Darstellung des Verhaltens zwischen Mond und Erde wird Ihnen vielleicht, was ich sagen will, mehr versinnlichen, doch dürfen Sie dabei nicht vergessen, daß ich, um das Wesen der Sache

deutlicher zu machen, das wahre Verhältniß gänzlich übertrieben habe. Es ſei M der Schwerpunkt des Mondes, C der Mittelpunkt



und wahre Schwerpunkt der abgeplatteten Erde, ſo wird bei einer Stellung, wie die gezeichnete, die Erdhälfte a, als näher, ſtärker auf den Mond gravitiren als die b, es wird folglich der Gravitationsmittelpunkt der Erde in Beziehung auf den Mond nicht in C, ſondern etwas nach a zu, etwa bei s liegen; dieſer Umſtand hat aber, da die Mondbahn die Ebene des Erdäquators ſchräg durchſchneidet, nothwendig einen kleinen Einfluß auf erſtere, und wenn man dieſen Einfluß kennt, ſo kann man aus ihm die Form der Erde berechnen, ſo gut, als ſich umgekehrt auch aus der bekannten Form und Dichte der Erde dieſer Einfluß berechnen läßt.

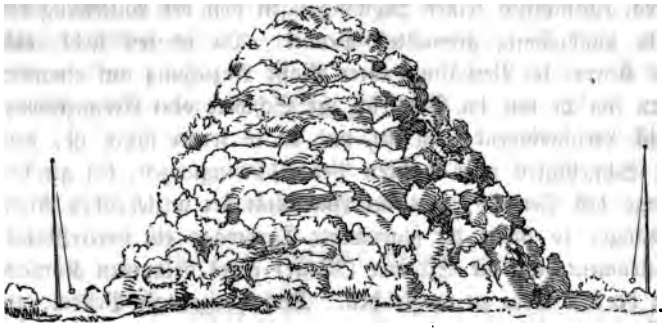
Vierzehnter Brief.

Dichtigkeit der Erde.

„Nachdem die Erde gemeſſen, mußte ſie gewogen werden.“
v. H.

Die ſenkrechte Stellung des ruhenden Pendels iſt, wie Sie wiſſen, eine Folge der überwiegenden Einwirkung der Anziehung der Erde (der Schwere). Jeder Körper neben einem Pendel wirkt auf daſſelbe durch ſeine Maſſe ebenfalls anzie-

hend, und folglich der Theorie nach ablenkend. Die Anziehung aller nicht sehr massenhaften Körper, wie Häuser oder Thürme, selbst kleiner Berge, ist aber gegen die der Erde so verschwindend klein, daß man ihre Wirkung selbst mit den besten Instrumenten kaum würde beobachten können. Anders verhält es sich mit großen, steil aufragenden Bergmassen. Diese wirken merkbar ablenkend auf jedes an ihrem Fuße oder Abhange aufgehängte Pendel. Diesen Umstand hat man benutzt, um die Größe der Ablenkung zu messen, welche ein solcher Berg hervorbringt, und dann aus der bekannten Masse des Berges auf die unbekannte der Erde, d. h. auf deren Gewicht oder Dichtigkeit zu schließen. Maskelyne wählte dazu in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts den Berg Shehallion in Pertshire, dessen Volumen und Dichtigkeit sich wegen seiner isolirten Lage, einfachen Form und Zusammensetzung, leicht annähernd bestimmen ließ. Auf beiden Seiten des Berges bestimmte er durch Fixsternbeobachtungen die wahre Verticallinie, und verglich damit sehr genaue Pendel, welche auf beiden Seiten nach



dem Berge hin abgelenkt wurden. Aus der bekannten Masse, dem Gewicht des Berges, und der dadurch hervorgebrachten Ablenkung der Pendel ließ sich dann das noch unbekannte Gewicht der Erde berechnen, deren Volumen bekannt ist. Durch Vergleichung von Gewicht und Volumen erhielt man das specifische Gewicht oder die Dichte (die des Wassers gleich 1 angenommen) gleich 4,713. Die sehr schwierige Rechnung wurde von Plaifair ausgeführt.

Carlini hing dagegen sein Pendel auf dem Mont Cenis

auf und verglich die Schnelligkeit seiner Schwingungen mit der in der benachbarten Ebene. Hier wirkte die Entfernung vom Schwerpunkt der Erde kraftvermindernd, wodurch die Schwingungen langsamer werden. Aus dem Verhältniß dieser Kraftabnahme läßt sich nun ebenfalls die mittlere Dichtigkeit der Erde berechnen. Er fand sie gleich 4,837.

Cavendish, Reich und Baily endlich wendeten zu demselben Zweck die Coulomb'sche Drehwage an, ein horizon-

tales, rücksichtlich seiner Schwingungen von der Anziehung der Erde unabhängig gemachtes Pendel. Da es fest steht, daß alle Körper im Verhältniß ihrer Masse Anziehung auf einander üben (welche nur im Vergleich zur Schwere oder Erdanziehung meist verschwindend klein ist), und da es ferner sicher ist, daß die Schnelligkeit aller wahren Pendelschwingungen, bei gleicher Länge des Pendels, von der Intensität der anziehenden Kraft abhängt, so bietet die sogenannte Drehwage ein vortreffliches Instrument, um die Schwere (Masse) eines bekannten Körpers mit der der Erde zu vergleichen. Das horizontale Pendel, an dessen Enden genau bestimmte Metallkugeln befestigt sind, läßt sich durch wechselnde Näherung von anderen genau bestimmten Metallkugeln in Schwingungen versetzen, welche unabhängig von der Anziehung der Erde sind, und die Zeitdauer dieser Schwingungen steht in demselben Verhältniß zu der Schwingungszeit eines gleichlangen verticalen (gewöhnlichen Pendels), wie die Massen der einander genäherten Kugeln zur Masse der Erde. Reich und Baily erhielten dadurch sehr nahe übereinstimmend 5,44 und 5,67 als mittlere Dichtigkeit der Erde. Das ist fast genau noch einmal so viel als die mittlere Dichtigkeit

der uns bekannten festen Erdkruste beträgt. Die ganze Erde wiegt hiernach berechnet 114,256 Trill. Leipz. Centner. Es muß folglich die Erde im Innern dichter sein, als die uns bekannte Kruste; wie und wo aber die Zunahme erfolgt, ist unbekannt. Man hat, wie Sie Seite 177 des Kosmos ersehen, berechnet, daß der Druck der über einander liegenden Massen allein schon eine weit größere Dichtigkeitszunahme, als die so übereinstimmend gefundene bedingen würde, wir haben uns deshalb mit Lesli mehr nach einer Ursache für die factisch zu geringe, als zu große Dichtigkeit umzusehen, und diese dürfte allerdings in der gegen das Innere der Erde zunehmenden Temperatur zu finden sein, welche nothwendig expandirend wirken, und dadurch die Folgen des ungeheueren Druckes in etwas aufheben muß. In der Voraussetzung, daß diese Erklärung richtig sei, bietet uns hier die bekannte mittlere Dichtigkeit des Erdinnern ein Hülfsmittel, um den Temperaturgrad desselben annähernd zu bestimmen.

Sie sehen, daß alle diese Erscheinungen auf's Innigste in einander greifen, die eine bedingt die andere, das Erkennen der einen hat das der anderen zur Folge, das Gewebe der Leuchtfäden des Kosmos bildet ein vielfach verschlungenes Netz.

Funfzehnter Brief.

Innere Wärme der Erde.

„Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlöchern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor Allem aber die vulkanische Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen die Zunahme der Wärme auf das Unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten." v. H.

Das Thatsächliche, was wir über die der Erde eigenthümliche nicht von den Sonnenstrahlen bedingte Temperatur kennen, ist, daß dieselbe gegen den Mittelpunkt hin zunimmt, und zwar in der uns erreichbaren Tiefe im Durchschnitt auf

100 Fuß etwa 1° des 100theiligen Thermometers; v. Humboldts Angabe auf 92 Fuß ein Grad, iſt etwas hoch. Ob dieſe Zunahme für alle Tiefen ſtattfindet und gleichmäßig bleibt, wiſſen wir nicht, erſteres aber wird ſehr wahrſcheinlich durch die vulkaniſche Thätigkeit, welche aus ſehr großen Tiefen geſchmolzene Steinmaſſen zu Tage fördert. Fände eine gleichmäßige Zunahme ſtatt, ſo müßten allerdings bei einer gewiſſen Tiefe alle die Subſtanzen, welche wir an der Oberfläche als feſt kennen, ſich im flüſſigen, durch Wärme aufgelöſten Zuſtande befinden, wenn auch dieſer Zuſtand wegen des die Schmelzung erſchwerenden Druckes erſt bei viel mehr als $5^2/_{10}$ Meilen Tiefe, wie v. Humboldt für den Granit berechnet, eintreten ſollte. Die feſte Erdoberfläche wäre demnach eine ſtarre Kruſte auf einem flüſſigen Kern. Dieſe Folgerung ſteht aber ſehr wohl in Uebereinſtimmung mit der oben berührten zu geringen Dichtigkeit, mit allen Erſcheinungen der vulkaniſchen Thätigkeit und mit dem geſetz- und erfahrungsmäßigen Vorgang, daß jede heiße Kugel in einer kälteren Umgebung — und als eine ſolche müſſen wir jedenfalls den Weltraum betrachten — von Außen nach Innen abkühlt, und wenn ſie durch Wärme flüſſig war, zuerſt eine erſtarrte Kruſte bildet, die durch weitere Erkaltung nach Innen immer dicker wird, wie die Eisdecke eines Teiches in kalten Tagen. Eine ſolche Kruſtenbildung gilt jedoch nur für den Fall, daß die erſtarrte Maſſe leichter iſt, als die flüſſige, wie das bei Eis und Waſſer wirklich iſt. Die meiſten anderen Stoffe ſind im feſten Zuſtande ſchwerer, als im flüſſigen; aber es läßt ſich zeigen, daß die Dichtigkeitszunahme des Erdinnern dennoch eine Kruſtenbildung, ein Obenaufſchwimmen der Kruſte, bedingt. Von den menſchlichen Begriffen von Wärme und Kälte müſſen wir bei ſolchen Betrachtungen möglichſt abſtrahiren, ſie ſind ganz relativ und nur durch den Eindruck auf unſer Gefühl bedingt. Das durch Wärme flüſſige Eiſen hat eben ſo gut ſeinen Gefrierpunkt als das Waſſer, ebenſo jedes andere Metall und jedes Geſtein; das Feſtwerden derſelben iſt kein anderer Vorgang, als das Gefrieren des Waſſers, ein Kryſtalliſiren oder Erſtarren durch Wärmeverluſt. Was wir Kälte nennen, iſt nichts Anderes als ein für organiſche Weſen empfindlicher Wärmemangel, und beſtände unſer Körper

aus metalliſchen Stoffen, ſo wie er jetzt aus Knochen, Fleiſch, Blut und anderen wäſſerigen Säften beſteht, ſo würde für unſer Leben eine dem Schmelzgrade dieſer Metalle ungefähr entſprechende Temperatur zuträglich und nöthig ſein, ſo wie jetzt die Temperatur, in welcher das Waſſer ſeinen tropfbar flüſſigen Zuſtand behält, die angemeſſenſte für uns iſt.

Nicht überſehen dürfen wir aber, daß die Beobachtungen der Geologen ein allmäliges Dickerwerden der feſten Erdkruſte andeuten, und daß die Reſultate einer fortſchreitenden Erkaltung die ganze Entwickelungsgeſchichte des Erdkörpers charakteriſiren, ſo wie ſich dieſelbe aus untergegangenen Organismen ableiten läßt.

Wenn dieſe Abkühlung eine immer langſamere und langſamere geworden iſt, und jetzt nach Furrier's geiſtreicher Berechnung faſt oder wirklich ganz aufgehört hat, ſo iſt dies eine natürliche Folge der verminderten Temperaturdifferenz zwiſchen Erdoberfläche und Weltraum, denn jede Abkühlung erfolgt bekanntlich um ſo ſchneller, je größer die Temperaturdifferenz zwiſchen dem erwärmten und dem abkühlenden Gegenſtande iſt. Wenn die Erde nicht durch die Sonnenſtrahlen einen beſtändigen Wärmezufluß erhielte, ſo müßte die Abkühlung derſelben durch Ausſtrahlung (wenn auch noch ſo langſam) ſtets fortdauern, bis ſie ſich mit der Temperatur des Weltraumes ins Gleichgewicht geſetzt hätte; aber die Wärmezuſtrahlung durch die Sonne verhindert die Herſtellung dieſes Gleichgewichts, und gleicht vielleicht ſchon jetzt die Summe der Ausſtrahlung aus. Bezeichnend iſt es, daß der Menſch als vollkommenſtes Geſchöpf auf der Erde erſt erſchienen iſt, nachdem dieſes conſtante Gleichgewicht nahe oder völlig erreicht war: mögen wir nun dieſen Umſtand als das Reſultat eines weiſen Schöpfungsplanes, oder als eine natürliche Folge fortdauernder organiſcher Entwickelung unter für die Vervollkommnung immer günſtiger werdenden Umſtänden betrachten.

Sechzehnter Brief.

Magnetismus der Erde.

„Was aber auch die Urſache der inneren Wärme unſeres Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten ſein mag, immer führt ſie uns in dieſem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zuſammenhang aller primitiven Erſcheinungen der Materie, durch das gemeinſame Band, welches die Molecularkräfte umſchlingt, in das dunkle Gebiet des Magnetismus.“ v. H.

Der Magnetismus der Erde bringt an der Magnetnadel zwei Haupterſcheinungen und mehrere untergeordnete hervor, welche alle offenbar von derſelben Urſache ausgehen, in ihren Einzelnheiten aber mannichfach von einander abweichen. Die Haupterſcheinungen ſind eine beſtimmte Richtung der frei hängenden Nadel und eine beſtimmte Intenſität, mit welcher ſie in dieſer Richtung verharrt oder, geſtört, in ſie zurückkehrt. Die Richtung iſt gegen zwei in der Nähe der Erdpole gelegene Punkte (magnetiſche Pole) gekehrt, und zwar dergeſtalt, daß in der nördlichen Hemiſphäre die ſogenannte Nordſpitze, in der ſüdlichen die Südſpitze, ſich dem entſprechenden dieſer magnetiſchen Erdpole zukehrt. Da es ſchwierig iſt, eine Magnetnadel in ihrem Schwerpunkte ſo aufzuhängen, daß ſie ſich nach allen Richtungen ganz frei bewegen kann, ſo benutzt man zur vollſtändigen Beobachtung der erdmagnetiſchen Richtung gewöhnlich zweierlei Arten von Nadeln: eine, welche ſich in horizontaler Richtung frei bewegen kann (den ſogenannten Compaß); dieſe muß ſtets horizontal aufgeſtellt werden; und eine andere, welche ſich in verticaler Richtung frei bewegt, die Inclinationsnadel; dieſe muß ſtets der Richtung der horizontalen Nadel parallel, d. i. im magnetiſchen Meridian, aufgeſtellt werden.

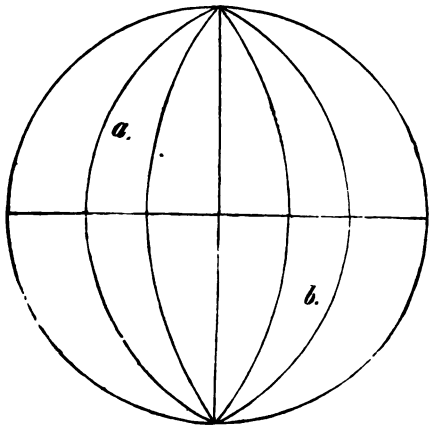
Die horizontale Nadel weiſt nun bei uns jetzt keineswegs genau gegen Nord, ſondern 17 bis 18 Grad von Nord gegen Weſt. Dieſe Abweichung vom wahren Norden nennt man die Declination; ſie zeigt ſich, wenn man in der Nähe des Aequators rings um die Erde herum Beobachtungen anſtellt, faſt

überall verſchieden, aber ſo, daß ſie zwei Mal ungefähr gleich 0 wird, und zwei Mal ein Maximum von 10 bis 20° erreicht. Doch finden dieſe Ab- und Zunahmen nicht ganz regelmäßig ſtatt. Wenn man alle Orte einer Hemiſphäre, in welchen gleiche Declination beobachtet wurde, durch Linien verbindet, ſo erhält man dadurch magnetiſche Meridiane, dieſe convergiren mit mancherlei inneren Biegungen nach beiden Seiten hin gegen die idealen magnetiſchen Pole, deren einer bei 70° nördlicher Breite im nördlichen Amerika, der andere bei 72° ſüdlicher Breite zwiſchen Neuholland und dem Südpol liegt. Sie werden wohl thun, wenn Sie dieſe Linien in Berghaus' trefflichen geographiſchen Darſtellungen der phyſikaliſchen Verhältniſſe der Erde[7]) genau betrachten. Die Declination eines Ortes bleibt ſich aber nicht ganz gleich, ſie erleidet ſeculäre, tägliche (ſtündliche) und unregelmäßige Schwankungen. Die Geſetze der ſeculären Schwankungen ſind wegen des zu geringen Beobachtungszeitraumes noch gar nicht näher bekannt, doch ſcheinen ſie eine Drehung der magnetiſchen Pole um die geographiſchen in ſehr großen Zeiträumen anzudeuten: 1580 ward in London eine öſtliche Abweichung von 11° beobachtet, 1657 war ſie daſelbſt und 1669 in Paris gleich 0. Die täglichen Schwankungen ſind ſehr klein (betragen nur wenige Winkelminuten) aber ſehr regelmäßig, ſie ſcheinen vom Sonnenſtande abzuhängen, und ſehr merkwürdig iſt es, daß in der nördlichen Hemiſphäre die Nordſpitze von 8½ bis 1½ Uhr einige Winkelminuten vom mittleren Stande gegen Weſt (Nachmittag gegen Oſt), in derſelben Zeit aber in der ſüdlichen Hemiſphäre gegen Oſt ſchwankt. Dazwiſchen liegt nach den neueſten Beobachtungen nicht, wie man früher vermuthete, eine Zone der Nichtveränderung der täglichen Abweichung, ſondern nach Sabine eine Zone, in welcher vom Mai bis Auguſt die Schwankungen denen der nördlichen, vom Februar bis December denen der ſüdlichen Hemiſphäre folgen, während um die Tag- und Nachtgleichen große Unregelmäßigkeit derſelben eintritt.

Die unregelmäßigen Schwankungen endlich treten beſonders bei ſtarken Nordlichtern (magnetiſchen Gewittern) ein, und ſind zuweilen gleichzeitig über ſehr große Flächenräume wahrnehmbar, während ſie zuweilen nur eine beſchränkte Verbreitung gezeigt haben. Aehnliche Schwankungen läßt nun auch die Inclinationsnadel wahrnehmen, deren Neigung (bei uns etwa 67°) gegen die Pole hin immer größer und zuletzt 90° wird. Am magne-

tiſchen Nordpol, deſſen Localität vom Capitain Roß beſucht wurde, iſt die Stellung der Nadel ſenkrecht. Wenn man die Orte gleicher Neigung durch Linien verbindet, ſo erhält man dadurch magnetiſche Inclinationslinien oder Parallelkreiſe, deren einer als magnetiſcher Aequator die Region ohne Neigung andeutet. Dieſe magnetiſchen Parallelkreiſe können bei der abweichenden Lage der Pole natürlich den geographiſchen nicht parallel gehen; ſonderbar iſt es aber, daß ſie auch die magnetiſchen Pole nicht genau concentriſch umgeben, und die magnetiſchen Meridiane nicht überall rechtwinklig durchſchneiden, wie man erwarten ſollte.

v. Humboldt deutet in einer Note an, wie die Erſcheinung der Inclination benutzt werden könnte, um an trüben Tagen auf Seereiſen die geographiſche Breite zu beſtimmen, was namentlich an von Nord nach Süd laufenden Küſten, wie die von Chile ſind, oft von großem Nutzen ſein würde. Eben ſo macht er darauf aufmerkſam, wie die gleichzeitigen unregelmäßigen Störungen der Nadel, gerade ſo wie die überall auf der Erde gleichzeitig ſichtbaren Planetenverfinſterungen dazu dienen können, die Länge eines Ortes zu beſtimmen. Es ſei z. B. der Meridian des Ortes a bekannt, der von b zu beſtimmen. Wenn nun in a und b eine gleichzeitige Störung der Nadel zu verſchiedenen Tagesſtunden wahrgenommen wird, ſo ergiebt ſich aus der Differenz der Tagesſtunden die geographiſche Länge des Ortes b. Setzen wir z. B. den Fall, bei Eintritt einer ſolchen überall gleichzeitigen Störung ſei es in a erſt 12 Uhr Mittags, in b aber ſchon 6 Uhr Abends, ſo ergiebt ſich daraus, da die Erde ſich alle 24 Stunden einmal um ihre Axe dreht, und 6 ein Viertheil von 24 iſt, daß b um ¼ der ganzen Umdrehung, alſo um 90° öſtlich von a liegt.



Die zweite Haupterscheinung der Nadel ist die Intensität, die Stärke der Kraft, mit welcher sie nach dem Pole gerichtet wird; man mißt sie, wie die Stärke der Erdanziehung durch gleich lange Pendel, durch die Schnelligkeit der Schwingungen derselben Nadel an verschiedenen Orten. Je schneller eine Nadel von bestimmter Länge schwingt, um so größer muß die Intensität der Anziehung sein, welche zwischen ihr und dem Pol besteht. Doch ist diese Intensität der Anziehung stets auch abhängig von der eigenen magnetischen Kraft der Nadel, weshalb eben zu den vergleichenden Versuchen stets dieselbe Nadel angewendet und in gleicher Kraft erhalten werden muß. Die Intensität nimmt ungleichförmig ab von den magnetischen Polen nach dem Aequator zu, wird aber nie völlig 0, doch auch die Kreise gleicher Intensität, die isodynamischen Linien, und ihr Aequator laufen weder mit den geographischen Parallelkreisen, noch auch mit den Inclinationslinien parallel, ja sie machen sogar sehr beträchtliche hakenförmige Biegungen, und auch die Intensität zeigt der Zeit nach örtliche Schwankungen der Ab- und Zunahme.

Woher dieser Mangel an Uebereinstimmung der magnetischen Linien rühre, ob er locale oder allgemeine Ursachen habe, ist bis jetzt nicht näher bekannt, als die Ursache des Erdmagnetismus überhaupt, für deren Wirkungsweise Gauß eine den bisherigen Beobachtungen entsprechende Theorie gegeben hat, die ich Ihnen aber leider hier nicht entwickeln kann, da sie zu viel mathematische Kenntnisse voraussetzt. Doch ist nicht zu verkennen, daß die Beugungen der magnetischen Linien einige Uebereinstimmung zeigen mit denen der Linien gleicher Wärme, auf die ich in einem späteren Briefe zurückkommen werde, während ihre Bewegungen etwas mit dem Stande der Sonne verknüpft zu sein scheinen. Die Untersuchungen von Gauß haben das Verhältniß der magnetischen Kraft einer Nadel zu der des Erdkörpers kennen gelehrt. Es ergiebt sich daraus, daß 8464 Trillionen Magnetnadeln von einem Pfunde Gewicht, deren Axen sämmtlich gleiche Richtungen besitzen, erforderlich wären, die magnetische Wirkung der Erde im äußeren Raume zu ersetzen; vertheilt man sie gleichförmig durch den ganzen Erdkörper, so erhält jeder Würfel von anderthalb Fuß Seite eine davon.

Da aber die Materie der Erde an ihrer Oberfläche, meistens ohne merkliche magnetische Wirkung, gewiß im Ganzen weit weniger magnetisirt ist, als sie sein würde, wenn jeder Würfel dieser Größe so viel Magnetismus enthielte, als die Magnetnadel von einem Pfunde; so kann man sich der Annahme nicht entziehen, daß die Magnetisirung der Erde im Inneren weit größer sein muß, als an der Oberfläche. Es kann also auch nicht, wie zuweilen behauptet worden ist, der Magnetismus der Erde sich nur an ihrer Oberfläche entwickeln.

Die drei Systeme von Linien, wodurch man die Erscheinungen des Erdmagnetismus auf Karten zu versinnlichen sucht, können nur der Ausdruck des mittleren Zustandes sein, denn als dauernde Repräsentanten der wahren Erscheinung müßte sich das ganze Netz dieser Linien in beständigem Zittern und unregelmäßigem Fortrücken befinden. Erst wenn wir uns die Darstellung in solcher Bewegung denken, kann sie einigermaßen ein richtiges Bild von dem magnetischen Zustand des Erdkörpers gewähren.

Nichts in der anorganischen Natur erinnert mehr an das Nervenleben der Organismen als dieses beständige Schwanken und Vibriren der magnetischen Wirkungen. Kein Wunder daher, daß die Naturphilosophen, welche sich am meisten von täuschenden Analogien befriedigt fühlen, diese ganze Erscheinung das Nervenleben der Erde nennen. Mag es sein, daß unserem Nervenleben und unserem Denken ähnliche Bedingungen zu Grunde liegen, immer besteht noch der große Unterschied, daß wir die Gesetze des Magnetismus schon weit besser erkannt haben, als die des Nervenlebens, und es ist sicher kein Gewinn, das besser Erkannte durch das weniger Erkannte zu erklären. Der wahre Forscher wird stets umgekehrt verfahren, den Magnetismus weiter verfolgen, und mit dessen Hülfe in Zukunft vielleicht das Nervenleben zu erklären suchen.

Uebrigens sind die eigentlichen Ursachen des Magnetismus für uns noch in tiefes Dunkel gehüllt, wie Sie das im Kosmos Seite 194 weiter erörtert finden. —

Eine ganz neue ihm verwandte Eigenschaft fast aller Körper ist seit 1846 durch den berühmten englischen Naturforscher Faraday aufgefunden. Man hat ihr den Namen Diama-

gnetismus gegeben. Sie besteht darin, daß alle nicht magnetischen Körper vom Magnet abgestoßen werden, und zwar die meisten in gewissen Richtungen stärker als in anderen, so daß sie, frei aufgehangen, durch einen Magnet in bestimmte Richtungen gebracht werden können. Dieser Diamagnetismus dehnt sich selbst auf die Gasarten und auf die Lichtflamme aus, welche letztere zwischen zwei starken Magneten etwas zusammengedrückt wird. Sie fragen vielleicht, wie kommt es, daß man diese allgemeine Eigenschaft der Körper erst im Jahr 1846 aufgefunden hat? Das liegt daran, daß die Wirkung des Diamagnetismus außerordentlich schwach ist, und nur durch sehr feine Apparate wahrgenommen werden kann, z. B. an einer Coulombischen Drehwage, deren einer Kugel man einen starken Magnetpol von der Seite her nähert. Am schwierigsten war es, die diamagnetische Wirkung an den Gasarten aufzufinden, es war nur dadurch möglich, daß manche Gasarten stärker abgestoßen werden, als andere, wodurch diese anderen scheinbar angezogen werden. Das ist ein ähnlicher, nur umgekehrter Fall, wie er bei dem Aufsteigen eines Luftballons eintritt. Das Gas im Ballon wird ebenfalls von der Erde angezogen, aber nicht so stark, als die atmosphärische Luft, und diese drängt deshalb jenen, wie das Wasser eine Luftblase, in der der Schwere entgegengesetzten Richtung aufwärts.

Den innigen Zusammenhang der Polarlichter mit den magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers hat v. Humboldt so ausführlich besprochen, daß ich Ihnen wohl nichts mehr darüber zu sagen brauche.

Siebzehnter Brief.

Leuchten der Weltkörper.

„Was dem Phänomen des Polarlichtes seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt." v. H.

Das den Weltraum überall durcheilende Licht geht, wie Sie wissen, von gewissen Weltkörpern, den Fixsternen oder Sonnen, aus, während andere dunkel sind und nur in reflectirtem, polarisirtem Sonnenlichte erglänzen. Aber wahrscheinlich sind die meisten nicht vollkommen dunkel, sondern constant oder periodisch strahlt auch von ihnen ein matter Lichtschein aus, der seinen Ursprung in elektrischer oder magnetischer Spannung (Polarlichter), Phosphorescenz (Meeresleuchten) oder Hitze und Verbrennung (Vulkane, Waldbrände) hat; so wahrscheinlich auch von der Erde. Bessel vermuthet, daß den Kometenschweifen außer dem reflectirten ein ähnliches eigenthümliches Licht zukomme, wie er denn überhaupt diese wunderbaren Lichtbesen mit polaren Ausströmungen verglichen hat. Auch die Feuerkugeln und Sternschnuppen erglänzen, ehe sie zur Erde fallen, in nicht erborgtem, eigenem Lichte, welches bei ihnen vielleicht durch Berührung mit dem Sauerstoff unserer Atmosphäre wesentlich erhöht wird. —

Gestatten Sie mir, daß ich über das magische Leuchten des Meeres Ihnen eine Stelle aus der lehrreichen Reise Darwin's [8]) hier mittheile.

„Während wir diese Breiten (südlich von der Mündung des Rio Plata) durchfuhren, zeigte die See in einer sehr dunkeln Nacht ein wundervolles und herrliches Schauspiel. Wir hatten einen frischen Wind, und jeder Theil der Oberfläche, den man während des Tages als Schaum sah, glühte jetzt von einem blassen Lichte. Das Schiff trieb vor seinem Bugspriet zwei Wogen flüssigen Phosphors her und in seiner Spur folgte ihm eine Milchstraße. So weit das Auge reichte, war der

Kamm jeder Welle hell, und der zurückgeworfene Glanz dieſer bleichen Flammen verurſachte, daß der Himmel über dem Horizonte nicht ſo dunkel war wie anderwärts. —

Wenn wir weiter nach Süden kommen, ſo iſt die See ſelten phosphorescirend; und auf der Höhe von Cap Horn erinnere ich mich, es nur einmal ſo geſehen zu haben, und dann war es nicht einmal ſehr glänzend. Dieſes hängt wahrſcheinlich davon ab, daß ſich ſo wenige organiſche Weſen in dieſem Theile des Oceans finden. Nach dem trefflichen Aufſatze von Ehrenberg über das Leuchten des Meeres iſt es von meiner Seite faſt überflüſſig, etwas über den Gegenſtand zu bemerken. Ich will indeſſen hinzufügen, daß dieſelben zerriſſenen und unregelmäßigen gelatinöſen Körperchen, die Ehrenberg beſchrieben hat, in der ſüdlichen ſowohl als in der nördlichen Hemiſphäre die gewöhnliche Urſache dieſer Erſcheinung zu ſein ſcheinen. Dieſe Körperchen waren ſo klein, daß ſie leicht durch feine Gaze gingen; doch waren manche genau mit dem bloßen Auge ſichtbar. Wenn man das Waſſer in ein trübes Glas that und es bewegte, ſo leuchtete es; aber etwas davon in einem Uhrglaſe leuchtete faſt niemals. Ehrenberg ſagt, daß dieſe Körperchen einen gewiſſen Grad von Reizbarkeit behalten. Meine Beobachtungen, von denen einige gleich nach dem Schöpfen des Waſſers angeſtellt wurden, gaben ein verſchiedenes Reſultat. Ich will auch erwähnen, daß ich das gebrauchte Netz während einer Nacht zum Theil trocken werden ließ, und als ich es zwölf Stunden ſpäter wieder gebrauchte, ſo fand ich, daß die ganze Oberfläche ſo hell leuchtete, als wie es zuerſt aus dem Waſſer genommen wurde. Es iſt in dieſem Falle unwahrſcheinlich, daß die Körperchen ſo lange lebend geblieben ſein können. Ich erſehe noch aus meinen Notizen, daß eine Meduſe von der Gattung Dianaea, die ich ſo lange aufbewahrte, bis ſie todt war, das Waſſer, in welches ſie geſetzt wurde, leuchtend machte. Wenn die Wogen mit hellen grünen Funken flimmern, ſo glaube ich, daß dies gewöhnlich durch kleine Cruſtaceen bewirkt wird. Aber es erleidet keinen Zweifel, daß ſehr viele andere Seethiere während ihres Lebens leuchten.

Zwei Mal ſah ich die See in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche leuchtend. Nahe der Mündung des Plata leuch-

teten einige runde und ovale Stellen, von zwei bis vier Ellen im Durchmeſſer, mit ſcharfen Umriſſen und mit einem ſtetigen aber blaſſen Lichte, während das benachbarte Waſſer nur einige Funken von ſich gab. Die Erſcheinung glich dem Widerſchein des Mondes oder irgend eines anderen leuchtenden Körpers; denn die Ränder waren buchtig durch die wellenförmige Bewegung der Oberfläche. Das Schiff, welches dreizehn Fuß im Waſſer ging, ging über dieſe Stellen, ohne ſie zu ſtören, hinweg. Wir müſſen darum annehmen, daß einige Thiere in einer größeren Tiefe als der Boden des Schiffes zuſammen waren.

In der Nähe von Fernando Noronha gab das Meer ein flackerndes Licht. Es war, als wenn ein Fiſch ſich ſchnell durch eine leuchtende Flüſſigkeit bewegte. Die Matroſen ſchrieben es auch dieſer Urſache zu, wegen der Häufigkeit und Schnelligkeit der Flammen hatte ich aber damals einige Zweifel. Ich habe bereits bemerkt, daß das Leuchten weit häufiger in warmen wie in kalten Himmelsſtrichen iſt. Ich dachte bisweilen, daß eine geſtörte elektriſche Beſchaffenheit der Atmoſphäre ſein Hervorbringen am meiſten begünſtige. Ich glaube gewiß, daß die See am meiſten leuchtet einige Tage, nachdem das Wetter ruhiger als gewöhnlich geweſen iſt, während welcher Zeit ſie von verſchiedenen Thieren erfüllt war. Da ich bemerkte, daß das mit gelatinöſen Körperchen erfüllte Waſſer in einem unreinen Zuſtande iſt, und das Leuchten in allen gewöhnlichen Fällen durch die Bewegung der Flüſſigkeit in Berührung mit der Atmoſphäre hervorgebracht wird, ſo war ich immer zur Annahme geneigt, daß daſſelbe das Reſultat der Zerſetzung der organiſchen Körperchen ſei, durch welchen Vorgang (man könnte faſt verſucht werden, es ein Athmen zu nennen) der Ocean gereinigt wird."

Das Leuchten iſt eine ſehr allgemeine Eigenſchaft der niedrig organiſirten Seethiere; nicht nur die danach benannten Pyroſomen leuchten, auch die Salpen, die Meduſen und Würmer, ja es giebt kaum ein niederes Seethier, was nicht zuweilen phosphorescirte. In den warmen Nächten der Tropen leuchtet die See oft wie ein allgemeines Feuermeer, und ſchon bei Nizza (erzählt Vogt [15]) ſahen wir unſere Barke hell glänzende Streifen hinter ihrem Kiele ziehen, und die Ruder, wie mit

blitzenden Sternen bedeckt, aus dem Waſſer hervor tauchen. Man hat ſich vielfach mit dem Leuchten des Meeres beſchäftigt, und bald dieſes, bald jenes mikroſkopiſche Thierchen als allgemeinen Leuchter und Beleuchter für die ganze Waſſermaſſe angeſehen; allein ſtatt nach vereinzelten Weſen zu ſuchen, welche dieſe Eigenſchaft haben ſollen, hätte man beſſer gethan, das Leuchten als allgemeines Geſetz für alle niederen Seethiere aufzuſtellen, und nur die etwaigen Ausnahmen zu verzeichnen.

Man ſieht bei den Pyroſomen deutlich, daß die einzelnen Thierchen es ſind, durch deren Eingeweide ſich allmälig das Licht fortpflanzt, und vielleicht mag die Erſcheinung von dem Willen der einzelnen Thierchen abhängig ſein. Alle dieſe Lichterſcheinungen werden aber verſtärkt oder hervorgerufen durch Berührung und Mißhandlung der Thiere, und wie es ſcheint, iſt es theilweiſe die Bewegung, welche auf ſolche Reize einzutreten pflegt, die die Entwickelung des Lichtes bedingt. Das Licht aller Leuchtthiere iſt indeſſen ſehr wenig intenſiv, und deshalb ſchon bei gewöhnlichem Kerzenlichte nicht mehr wahrnehmbar.

Offenbar ſteht das Leuchten mit gewiſſen Lebenserſcheinungen in nächſter Beziehung. Die abgeſtorbenen zerſetzten Theile leuchten zwar auch eine Zeit lang, allein die Farbe des Lichtes iſt eine ganz andere als an dem lebenden Thiere, und läßt ſich auf den erſten Blick ſehr leicht unterſcheiden. Im Uebrigen wiſſen wir durchaus nicht, wie das Leuchten zu Stande kommt, und auf welchen Eigenſchaften der organiſchen Materie es beruht. Auch die Verſuche an italieniſchen Leuchtkäfern, welche wie unſere Johanniswürmchen, nur weit ſtärker leuchten, haben zu gar keinen Reſultaten geführt.

Alle dieſe irdiſchen Lichtproceſſe ſind aber unſtreitig gegen das Licht der Sonne als verſchwindend klein zu betrachten, und ſchon vom Monde aus würde man ſie ſchwerlich wahrnehmen können, zumal da die Nachtſeite der Erde immer nur von der Tagſeite des Mondes geſehen wird.

Achtzehnter Brief.

Vulkaniſche Thätigkeit.

„Die vulkaniſche Thätigkeit iſt die Reaction des Innern eines Planeten auf ſeine äußere Rinde und Oberfläche.“ v. H.

Die alten Griechen gaben den feuerſpeienden Bergen, welche theils in Gruppen, theils in langen Reihen über den Erdkörper vertheilt ſind, mit ihrer Alles belebenden Phantaſie eine poetiſche Deutung, ſie waren ihnen die Feueressen der Werkſtätte des Hephäſtos (Vulkan). Bringen wir das Phantaſtiſche von dieſer Deutung in Abzug, ſo ſcheint ſie auf einer beſſeren Erkenntniß der Sache zu beruhen, als viele der unglücklichen Erklärungen, welche im vorigen Jahrhundert verſucht worden ſind, wo man die Vulkane für das Reſultat brennender Kohlenlager, für das Product ſich zerſetzender Schwefelkieslager und dergleichen hielt. Als S. H. Davy 1807 gefunden hatte, daß alle ſogenannten Erden, die man bis dahin als einfache Körper betrachtete und deshalb Elemente nannte, als Oxyde gewiſſer Metalle zu betrachten ſind, und daß bei der Verbindung dieſer Metalle mit Sauerſtoff (bei ihrer Oxydation) gewöhnlich ſtarke Wärme- und Lichtentwickelung ſtattfindet: da glaubte man durch dieſe höchſt wichtige Entdeckung auch die Erklärung der Vulkane gefunden zu haben. Man hielt ſie nämlich für das Reſultat des fortdauernden Oxydationsproceſſes eines metalliſchen Erdkernes, ſowie man dann die ganze feſte Erdkruſte als das Product ſolcher von Außen nach Innen fortſchreitenden Oxydation betrachten zu können glaubte. Davy ſelbſt hat ſpäter die Unhaltbarkeit ſolcher Erklärung erkannt und jetzt gehört ſie wie jene anderen erwähnten nur noch der Geſchichte der Wiſſenſchaft an.

Die neuere Zeit, welche ſich mit einſeitigen Erklärungen nicht begnügt, ſondern ein Zuſammenſtimmen aller Umſtände fordert, iſt für dieſe großartige Naturerſcheinung — die vulkaniſche Thätigkeit — welche v. Humboldt ſehr treffend als Reaction des Erdinnern gegen die Oberfläche bezeichnet, zu einer

allgemeineren Anſicht gelangt, welche mit den merkwürdigen Temperaturverhältniſſen des Erdkörpers, ſeiner Dichtigkeit, ſeiner Form, ſeinem inneren Bau und ſeiner wahrſcheinlichen Entwickelungsgeſchichte in vollem Einklang ſteht, dabei aber in der That an das unterirdiſche Feuer Vulkans mahnt.

So haben wir auch hier ein Beiſpiel, wie der menſchliche Geiſt von einer rein ahnungsvollen poetiſchen Naturanſchauung durch ſophiſtiſche einſeitige Spitzfindigkeiten zu einer einfachen umfaſſenden, wenn auch noch nicht vollendeten, aber auf Thatſachen geſtützten Theorie gelangt iſt.

Sie erinnern ſich wohl, daß wir aus der Form des Erdkörpers, auf einen meiſt heißflüſſigen Zuſtand ſeiner ganzen Maſſe, aus der Temperaturzunahme gegen das Innere, auf eine noch nicht vollendete Erſtarrung, d. h. auf ein heißflüſſiges Inneres, aus der factiſchen Dichtigkeit, auf eine innere Expanſion durch Wärme u. ſ. w. ſchloſſen. Eben ſo läßt die Vertheilung und Reihenfolge der foſſilen Organismen auf eine beſtändige Temperaturabnahme durch alle geologiſche Epochen hindurch, und der innere Bau der feſten Kruſte auf eine Zunahme ihrer Dicke, ſowie auf eine damit ſtets modificirte vulkaniſche Thätigkeit ſeit den älteſten Zeiten der Erdbildung ſchließen.

Nehmen wir nun aus allen dieſen Gründen an, daß unter einer feſten Kruſte von nicht genau beſtimmbarer und nicht überall ganz gleicher Dicke, deren Grenzen zwiſchen 5 und 20 Meilen liegen mögen, die Erdmaſſe ſich noch jetzt in heißflüſſigem Zuſtand befinde, ſo erklären ſich die Erſcheinungen der vulkaniſchen Thätigkeit ziemlich einfach. Die Attraction von Sonne und Mond, welche im Waſſermeer Ebbe und Fluth bewirken; nicht ganz gleichförmige Vertheilung der Wärme und der das Erdinnere zuſammenſetzenden Subſtanzen; Entwickelung von Gasarten durch Zutritt von Waſſer oder durch Entbindung aus dem flüſſigen Material ſelbſt; die gegen Innen gekehrten Unebenheiten der feſten Kruſte und früher wohl auch die Contraction der Rinde durch fortſchreitende Abkühlung, mußten, und müſſen noch, conſtante Strömungen und unregelmäßige Bewegungen an der Oberfläche des flüſſigen Erdkerns hervorbringen, welche je nach den beſonderen Umſtänden und Urſachen mehr oder weniger local ſind. Wo durch ſolche Strömungen die feſte Kruſte

fortdauernd und in großer Ausdehnung ihrer flüſſigen Unterlage beraubt wird, da können langſame Senkungen großer Landſtriche oder Theile des Meeresbodens (Senkungsfelder, Südſee, Grönland, Neufundland) bedingt werden, während ein beſtändiges Zuſtrömen nach anderen Regionen hin ein ebenſo beſtändiges Erheben des Landes wie in Scandinavien zu bewirken vermag. Dieſe ſeculären Bewegungen des Bodens können ſo langſam erfolgen, daß ſie, wie in Schweden und in der Südſee (durch gehobene Korallenriffe), nur mühſam und nur nach großen Zeiträumen beobachtbar ſind.

Andere Fluthungen oder Gleichgewichtsſtörungen in dem noch nicht erſtarrten Erdkerne und namentlich ſolche, welche mit Gasentwickelungen verbunden ſind, können dagegen heftige Erſchütterungen, Erdbeben, plötzliche Niveauänderungen und endlich als Letztes: Ausſtoßen der Gaſe und Hervorpreſſen heißflüſſiger Erdmaſſen (vulkaniſche Eruptionen) hervorbringen. Wo etwa die Erdkruſte beſonders dünn oder ſehr zerſpalten iſt, oder wo andere Umſtände eine häufige Wiederkehr der bedingenden Urſachen hervorbringen, da werden an der Oberfläche Gruppen oder Reihen von Vulkanen und häufige Erdbeben die Folge davon ſein.

Eine falſche Idee über die Natur der Vulkane erweckt bei Vielen die Bezeichnung feuerſpeiender Berg. Von Feuer kann im Innern eines ſolchen Berges kaum die Rede ſein, aufflammende Verbrennung von Gasarten erfolgt erſt dann, wenn dieſe die Atmoſphäre erreichen. Im tiefen Innern der Erde fehlt zur Verbrennung der nöthige Sauerſtoff, da kann nur ein hoher Temperaturgrad, roth- oder weißglühender oder heißflüſſiger Zuſtand gedacht werden, nicht aber das, was wir Feuer nennen. Iſt daher die Anſicht der Geologen richtig, und die Erde im Innern heißflüſſig, ſo darf man, um Mißverſtändniſſe zu vermeiden, doch nie von innerem Feuer reden.

Erlauben Sie, daß ich unter den vielen vulkaniſchen Eruptionen, welche beſchrieben worden ſind, eine hervorhebe, die als ein gutes Beiſpiel dienen wird: es iſt die anziehende Schilderung, welche Fr. Hoffmann[9]) von der Entſtehung der Inſel Ferdinandea entworfen hat.

Etwa 8 Meilen von Sciacca an der ſiciliſchen Küſte entfernt, erſchien im Jahre 1831 mitten im Meere eine neue vul-

kaniſche Inſel. Ihrer Erſcheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht ſehr bedeutende Erdſtöße, welche 5 Tage lang, vom 28. Juni bis zum 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken ſetzten. Man ahnte damals durchaus nicht die Bedeutung dieſer Erdſtöße; nach dem letzten derſelben begann indeß wahrſcheinlich der Ausbruch, welcher die neue Inſel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverläſſigen Angaben etwa 600 bis 700 Fuß tief war. Das erſte Erſcheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorüberſegelndes Schiff wahrgenommen worden; man beſchrieb dieſelbe wie das Erheben einer großen Waſſermaſſe, welche unter donnerähnlichem Getöſe etwa 10 Minuten lang aufwärts ſprudelte und dabei eine Höhe von 80 bis 90 Fuß erreichte. Sie ſank dann nieder und wiederholte ſich auf derſelben Stelle in unregelmäßigen Zeitabſtänden von 15, 22 bis 30 Minuten, während ſich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war ſehr groß; viele todte Fiſche ſchwammen umher.

An der Küſte von Sicilien ſah man am Morgen des 12. Juli zuerſt eine große Menge kleiner fein poröſer Schlackenſtückchen umherſchwimmen, welche ein friſcher Südweſtwind herbeitrieb. Man roch gleichzeitig auffallenden und läſtigen Schwefelwaſſerſtoffgas-Geruch. Am 13. Juli mit Tagesanbruch ſah man am Meereshorizonte eine hoch aufſteigende Rauchſäule und am Abend eine Feuererſcheinung in derſelben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkaniſcher Ausbruch ſich ereignet habe. Von Zeit zu Zeit hörte man ein donnerähnliches Getöſe herübertönen.

Friedrich Hoffmann, welcher, damals gerade in Sicilien anweſend, ſich am 24. Juli der Eruption zur See bis auf eine Viertelſtunde näherte, und dem wir ſchon das Obige entlehnten, beſchreibt die ganze Erſcheinung ferner wie folgt: Wir ſahen deutlich, daß die hervorgetretene noch flache ſchwarze Inſel den Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fuß im Durchmeſſer bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und ſich dadurch ſichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Maſſen ſich regelmäßig

und nur durch die Windrichtung modificirt um ihn aufſchütteten. Aus der Mündung dieſes Kraters ſtiegen zunächſt ununterbrochen und mit großer Heftigkeit, doch geräuſchlos, große Ballen von ſchneeweißen Dämpfen auf. Sich an einander kettend und einander durchrollend, bildeten dieſelben eine beſonders im Sonnenſcheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über das Meer wir mit Wahrſcheinlichkeit auf 2000 Fuß ſchätzten. Durch dieſe geräuſchlos ſtets emporwirbelnde Rauchſäule ſchoſſen dann und wann ſchnell vorübergehend ſchwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken mannichfach durcheinander rollten; das Prachtvollſte der ganzen Erſcheinung zeigte ſich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen ſchwarzer Schlacken-, Sand- und Aſchenmaſſen. Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchſäule erhob ſich dann furchtbar drohend oft bis zu 600 Fuß hoch und darüber eine dichte ſchwarze Rauchſäule, welche an ihren oberen Enden ſich garbenförmig ausbreitete. In derſelben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der ſtets von Neuem wieder hervorgeſchleuderten Sand-, Aſchen- und Steinmaſſen bemerkbar, welche zu Tauſenden an ihrem Umfange rings umherflogen und herabſtürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmaſſe, führte einen Schweif ſchwarzen Sandes hinter ſich her, und es entſtanden dadurch merkwürdig ſtrahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüſchel von dunkler Farbe, oder wie Cypreſſenzweige, welche einen unbeſchreiblich ſchönen Anblick gewährten. Während der ganzen Dauer dieſes drohenden Phänomens ziſchte das Meer von den zahlreichen in dasſelbe niederfallenden, offenbar ſtark erhitzten Sand- und Aſchenmaſſen; weiße Dampfwolken ſtiegen rings aus demſelben empor und entzogen bald die Inſel unſeren Blicken. Inzwiſchen ließ ſich ein Platzen und Raſſeln der in der Luft aneinander ſchlagenden Steine und ein Rauſchen wie das eines niederfallenden Hagelſchauers oder heftigen Regenguſſes vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demſelben erkennbar, dagegen ſah man in den Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine große Zahl von oft hell leuchtenden Blitzen durch die ſchwarze Aſchenſäule hin und her zucken, und einem jeden derſelben folgte deutlich ein lauter

und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöſe zu ſein ſchien. So dauerte dieſe majeſtätiſche Erſcheinung wechſelnd oft nur 8—10 Minuten und ſelbſt bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verſchwand ſie, und es trat eine minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausſtoßen der Dampfballen fortdauerte.

Dieſe Reihenfolge von Ausbrüchen ſchüttete die neue Inſel, welche man unter Anderem mit dem Namen Ferdinandea belegte, in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über dem Meere und bis zu dem Umfange von einer Viertelſtunde auf, und nachdem ſie immer ſchwächer und ſchwächer geworden waren, endigten ſie am 12. Auguſt, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Inſel konnte nun gefahrlos betreten und von den Engländern in Beſitz genommen werden; doch übten die Wellen des Meeres an den überall frei aus ihnen hervorragenden lockeren Sand- und Schlackenbergen ſo wirkſam und ſichtlich ihre zerſtörende Kraft, daß ſchon im December desſelben Jahres nichts mehr von der Inſel zu ſehen war. Später blieb nicht einmal eine die Schifffahrt ſtörende Sandbank zurück, obwohl am 16. Mai 1833 an derſelben Stelle neue, aber ſpurlos vorübergegangene Ausbrüche begonnen haben ſollen.

Dieſe anziehende Schilderung Friedrich Hoffmann's ſchien ganz geeignet, ein Miniaturbild von den zuweilen ungleich großartigeren Ausbrüchen der italieniſchen Vulkane zu geben, welche oft genug in Lehrbüchern und Zeitſchriften beſchrieben worden ſind. Bei ihnen ſteigt die Auswurfsgarbe manchmal zu weit beträchtlicheren Höhen und iſt mit lebhafteren Feuererſcheinungen verbunden. Die feurige Garbe des Veſuvs ſoll 1775 über 3000 Fuß Höhe erreicht, und der Aetna ſoll zuweilen Steine bis zu 6600 Fuß Höhe geſchleudert haben. Ein anderer weſentlicher Unterſchied der geſchilderten kleinen Eruption beruht in dem Mangel einer Lavaergießung. Hätte eine ſolche auf dem neuen Inſelvulkane ſtattgefunden, ſo würde er dadurch wahrſcheinlich vor dem gänzlichen Wegſpülen durch Meereswogen geſchützt worden ſein. Ferdinandea ſcheint, wie die im Jahre 1783 an der Küſte Islands für kurze Zeit ſichtbare Inſel, eine von den nicht durch Erhebung des Bodens, ſondern

nur durch Anhäufung vulkaniſcher Auswürflinge entſtandenen Inſeln geweſen zu ſein; deshalb kann ſie nicht mit jenen wahren Erhebungsinſeln verglichen werden, die ebenfalls durch vulkaniſche Thätigkeit in hiſtoriſcher Zeit emportraten, aber aus älteren, zuweilen nicht einmal vulkaniſchen Geſteinen beſtehen. Solche dauernde neue Inſeln ſind z. B. in dem Golf von Santorin und in der Nähe der ebenfalls vulkaniſchen Inſel Umnak (zu den Aleuten gehörig) bekannt.

Auf den phyſikaliſchen Karten von **Berghaus**, die wie geſagt überhaupt zur ſchnellen Ueberſicht aller natürlichen Verhältniſſe der Erdoberfläche nicht genug zu empfehlen ſind, können Sie außer den Vulkan-Gürteln und Gruppen (*Reihen-* und *Centralvulkanen*) die beobachtete Verbreitung der Erſchütterung vieler *Erdbeben* ſinnreich dargeſtellt finden. Sie werden da ſehen, wie die zuweilen ganze Welttheile umfaſſenden *Erſchütterungsgebiete* ſich der Kreis- oder Ellipſenform nähern, deren Regelmäßigkeit auf den Karten zum Theil allerdings nur Folge der Darſtellung iſt. So große Gebiete, die von einem Welttheile zum anderen reichen, können unmöglich von Urſachen, die der Oberfläche nahe liegen, erſchüttert werden, ſie nöthigen, auf einen tiefen Sitz der vulkaniſchen Thätigkeit zu ſchließen. *Nur der angenommene heißflüſſige Zuſtand des Erdinneren, keine andere der bisherigen Theorien, genügt zu ihrer Erklärung.*

Sie werden aus *Berghaus'* Karten zugleich erſehen, daß es vorzugsweiſe gewiſſe Gegenden der Erde ſind, welche häufig von Erdbeben heimgeſucht werden, während andere, wie unſer geſegnetes Deutſchland, faſt frei davon ſind. Aber in den großen Zeiträumen geologiſcher Entwickelung hat die vulkaniſche Thätigkeit vielfach ihren Sitz gewechſelt, ſo daß man faſt überall, wenigſtens in allen Gebirgsgegenden, Spuren derſelben vorfindet. Die *jetzt* häufig erſchütterten Gegenden ſind zugleich *dieſelben*, in welchen *Berge Feuer ſpeien* und auch dadurch die Reaction des Erdinneren auf die Oberfläche verkünden. Der urſachliche Zuſammenhang beider Naturphänomene wird hierdurch, ſowie durch das ſehr gewöhnliche hiſtoriſche Zuſammentreffen der Erdbeben und Eruptionen um ſo ſicherer. — Ich beſchreibe Ihnen kein Erdbeben, da Sie in Reiſewerken und Zeitungen oft genug Berichte darüber geleſen haben werden.

Mit wenigen Worten will ich Sie hier aber noch auf den weſentlichen Unterſchied aufmerkſam machen, der zwiſchen ſogenannten Erhebungskratern und Aufſchüttungs- oder Auswurfskratern ſtattfindet. Denken Sie ſich, daß die vorhandene feſte Erdkruſte an irgend einer Stelle durch vulkaniſche Thätigkeit ſtark erhoben werde, ſo muß dadurch eine Zerſpaltung und Anſchwellung des Bodens, ein Berg entſtehen; wenn nun aber nachher die erhebende Urſache verſchwindet und unter dem Berge ein hohler Raum entſteht, ſo wird, wenn das erhobene Kruſtengewölbe nicht ausgefüllt, ſo groß oder ſo zerſpalten iſt, daß es ſich nicht ſelbſt tragen kann, der Gipfel mit einem mehr oder weniger großen Theile des Berges in den hohlen Raum hinabſtürzen und nur ein mehr oder weniger kreisförmiger, gehobener Rand ſtehen bleiben. Dieſen nennt man dann einen Erhebungskrater. Oder vielmehr man erklärt die Entſtehung vieler ſolcher kreisförmiger Bergwälle, die ſich namentlich in vulkaniſchen Gegenden finden, durch einen ſolchen Vorgang, der allerdings ganz im Großen noch nicht beobachtet worden iſt. Viele Vulkane ſind von dergleichen kreisförmigen Wällen concentriſch umgeben, wie der Veſuv von der Somma, der Pic von Teneriffa von der Cahorra, oder ſie liegen in deren Rändern, ſo der Veſuv mit der Somma in dem Rande des großen Erhebungskraters, deſſen Einſturz den ſchönen Golf von Neapel hervorgebracht hat. Die Inſeln Santorin, Palma und Gran Canaria gehören zu den berühmteſten Beiſpielen ſolcher Erhebungskrater; die erſtere verdankt dieſem Umſtande ihren kreisförmigen Hafen. Auch die kreisförmigen Mondgebirge hat man mit den Erhebungskratern der Erde verglichen. Aufſchüttungs- oder Auswurfskrater pflegt man dagegen diejenigen kreisförmigen Wälle zu nennen, welche um vulkaniſche Oeffnungen herum durch Aufhäufung der ausgeworfenen Schlacken- und Aſchenmaſſen, ſowie durch Erſtarrung der ausfließenden Lava entſtehen. Daß auf dieſe Weiſe ziemlich beträchtliche Kegel mit trichterförmigen Oeffnungen (Kratern) aufgebaut werden, iſt mehrfach beobachtet worden, doch wird es von vielen Geologen in Zweifel gezogen, daß dadurch allein jemals Berge wie der Aetna, oder auch nur wie der Veſuv, entſtehen könnten. Auf die Entſtehung kegelförmiger Hügel

durch ſucceſſive Anhäufung um eine Oeffnung herum, wie ſie der Bergmann in ſeinen Halden, der Maulwurf in ſeinen Hügeln künſtlich darſtellt, werde ich in dem zwanzigſten Briefe nochmals zurückkommen.

Neunzehnter Brief.

Gasquellen.

„Unter ganz ähnlichen phyſiſchen Verhältniſſen ſteigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare Flüſſigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchskegel der Vulkane, welche ſelbſt nur eine Art intermittirender Quellen ſind, geſchmolzene Erden.“ v. H.

Sie fragen mit Recht nach dem Urſprunge der gasförmigen Ausſtrömungen aus dem Erdinnern. Wo, wie und wodurch werden Waſſerdampf, Kohlenſäure, gekohltes Waſſerſtoffgas, Schwefelwaſſerſtoffgas, Schwefeldampf, ſchweflige und Hydrochlorſäure im Innern der Erde entwickelt und durch Spalten ausgetrieben? Die Antwort hierauf iſt im Allgemeinen ſehr einfach: durch den Proceß, welchen die Chemiker Deſtillation nennen, und welcher durch Wärme (Erdwärme) vermittelt wird. Wo die Innenwärme der Erde beſonders energiſch gegen die Oberfläche wirkt, wie man dies in vulkaniſchen Gegenden vorausſetzen muß, da ſind deshalb auch die Dampf- und Gasquellen am häufigſten zu finden. Nicht ſo leicht iſt es dagegen, die einzelnen Erſcheinungen zu deuten und auf ihren Urſprung zurückzuführen.

Waſſer bringt vielfach durch Spalten in das Innere der Erde ein; gelangt es dabei in ſehr große Tiefen, ſo wird die nothwendige Folge davon ſtets ſeine Umwandlung in Dampf ſein. Der Dampf ſteigt dann durch alle möglichen Wege zur Oberfläche hervor; unterwegs wird ſich ein großer Theil deſſelben an den kälteren Geſteinswänden niederſchlagen, wenn er aber mit großer Energie durchgepreßt wird, oder wenn dieſe

Wände nach und nach durch den Dampf selbst eine erhöhte Temperatur angenommen haben, so kann er bis zur Ausströmung in die Atmosphäre gelangen.

Zu den häufigsten Gasquellen gehören die der Kohlensäure. G. Bischoff, der sich sehr viel mit ihrer Untersuchung beschäftigt hat, ist der Meinung, daß sie durch unterirdische Zersetzung von kohlensäurehaltigen Mineralien, namentlich des Kalksteines, entstehen. In jedem Kalkofen wird durch künstliches Feuer ein ähnlicher Proceß eingeleitet, die Kohlensäure entweicht und Aetzkalk bleibt zurück. Die Kohlensäure kann aber aus dem Kalksteine nicht blos durch Wärme, sondern auch durch andere Säuren, welche mit der Kalkerde näher verwandt sind als Kohlensäure, z. B. durch Schwefelsäure, ausgetrieben werden; in diesem Falle bleibt dann schwefelsaurer Kalk, d. i. Gyps, zurück.

Gekohltes Wasserstoffgas erzeugen wir künstlich durch Glühen von Steinkohlen, um unsere Städte damit zu beleuchten. Die Natur scheint diesen Proceß seit Jahrtausenden im Großen auszuführen. Tief liegende Kohlenlager erleiden durch Erdwärme eine fortdauernde langsame Verkookfung, die Resultate derselben sind Ausströmungen von brennbarem Kohlenwasserstoffgas, Bitumen (Erdöl und Asphalt) und, als in ursprünglicher Lage verbleibend, Anthrazit oder Graphit. So erklären sich gleichzeitig die Anthrazit- und Graphitlager, das Bitumen der Erde und die brennbaren Gasquellen.

Schwefellager oder sich zersetzende Schwefelmetalle können in ähnlicher Weise die Ursache der Ausströmungen von Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldampf, oder schwefliger Säure werden, und Zersetzungen von Meerwasser die von Hydrochlorsäure-Ausströmungen. Für den einzelnen Fall aber ist es oft sehr schwierig, die näheren Bildungsumstände zu bezeichnen.

Wenn wirklich die ganze Erde einst heißflüssig war, und durch langsame Abkühlung in den Zustand kam, in welchem sie sich befindet, wie die Geologen vermuthen, so mußte es eine Zeit geben, wo zwar schon eine feste Oberfläche vorhanden und auf ihr Sauerstoff und Wasserstoff unter hohem Atmosphärendruck zu Wasser zusammengetreten, die allgemeine Temperatur aber noch so hoch war, daß die Atmosphäre eine Menge Stoffe gasförmig enthielt, die erst nach und nach fest wurden. Dahin

gehören beſonders Waſſerdämpfe und Kohlenſäure. Eine ſolche Atmoſphäre machte höheres Thierleben (durch Lungen athmende Thiere) unmöglich, war dagegen einer üppigen Vegetation außerordentlich günſtig, deren Reſte wir in den alten Kohlenlagern angehäuft finden, worin denn zugleich ein großer Theil des früher als Kohlenſäure gasförmigen Kohlenſtoffes feſt geworden iſt, während ein anderer Theil ſich in den neptuniſch oder organiſch durch Korallen und Muſchelſchalen abgelagerten Kalkſteinen vorfindet. Dieſe beſtehen nämlich aus kohlenſaurer Kalkerde, und es iſt kaum denkbar, daß ihre Kohlenſäure urſprünglich mit dem Calcium der Erde verbunden war. Außer der beſonderen Zuſammenſetzung der Atmoſphäre mußte auch noch die gleichförmigere und hohe Temperatur einer tropiſchen Flora ſehr günſtig ſein, deren baumförmige Farren, Lycopodien und Equiſetaceen in der Kohlenformation begraben liegen.

Zwanzigſter Brief.

Geyſer.

Da der Kosmos die intereſſante und lange falſch beurtheilte Erſcheinung der Geyſer nicht näher berührt, ſo glaube ich um ſo mehr, Ihnen einige Mittheilungen darüber ſchuldig zu ſein, um dadurch die Betrachtungen über die Quellen in etwas zu ergänzen. Die Geyſer (oder Geiſire) ſind, wie Sie wiſſen werden, heiße intermittirende Quellen, welche aus kegelförmigen Mündungen in mehr oder weniger regelmäßigen Perioden heiße Waſſer- und Dampfmaſſen ausſchleudern, während dazwiſchen Perioden der Ruhe liegen. Die Geyſer gehören zu den merkwürdigſten Eigenthümlichkeiten Islands, und ich kann mir es nicht verſagen, v. Leonhardt's [14]) treffliche Beſchreibung derſelben hier einzuſchalten.

„Die Beſchaffenheit des Quellwaſſers, namentlich deſſen Temperatur, zeigt ſich auf Island ſehr verſchieden, und eben

ſo ungleich werden andere Eigenſchaften der Quellen gefunden. Einige Quellen ſind nur lauwarm, andere ſiedend heiß; dieſe fließen ruhig, ſie laſſen nie Aufwallungen wahrnehmen; jene dagegen ſprudeln empor, kochen fortwährend auf, und manche, denen nur periodiſch ſolche Erſcheinungen eigen, bilden ſelbſt mehr oder weniger beträchtliche Fontainen. In der Sprache Eingeborener heißen letztere Quellen Huerer oder Geyſer, die erſteren aber, die ruhig fließenden, Laugar. Zum Theil bleiben die Quellen nicht unbenutzt. Anwohnende kochen ihr Eſſen darin; ſie hängen Keſſel mit Fleiſch in kaltem Waſſer hinein. Andere Quellen dienen als Bäder und wurden ſchon ſeit früher Zeit — denn einige kennt man ſeit dem 13. Jahrhundert —, des bequemeren Gebrauchs halber, mit Mauern umfaßt, auch in der Runde mit Sitzen verſehen. In einer dieſer Quellen, im Borgafjords-Syſſel wurden im Jahre 1000, bei Einführung des Chriſtenthums, die erſten Weſtländer getauft; heutigen Tages noch ſteht jene Quelle in großem Anſehen.

So weit unſere Nachrichten über die Inſel zurückreichen, findet man auch der Geyſer gedacht. Ein altes isländiſches Werk aus dem zwölften Jahrhundert bezeichnete ſie als „Keſſel, in welchen der Teufel die Verdammten kocht." Nicht fern von Skalholt, etwa eine Meile gegen Nordweſt, und ungefähr ſechs geographiſche Meilen nordoſtwärts vom Hekla, trifft man dieſe überaus herrlichen Schauſpiele, welche die Bewunderung aller Reiſenden erwecken. Sie finden ſich im Haukedal, einem flachen Thale, das durch eine ungefähr 700 Fuß hohe Felſenreihe umſchloſſen wird, beſtehend aus übereinander gereihten Lagern von Tuffen, von Schlackenſtrömen und Schlackenconglomeraten. Die Thalſohle beſteht aus ſumpfigem Wieſengrunde.

An empor wirbelnden, in die Luft ſich wälzenden Dampfwolken, nicht ſelten auch an mächtigen, hoch aufwärts ſteigenden Schaumſäulen, ſind die Geyſer ſchon aus anſehnlicher Ferne zu erkennen. Zahlreiche Quellen — es ſollen deren bei 50 ſein, und faſt jede beſitzt ihre beſonderen Eigenthümlichkeiten — finden ſich einzeln oder in Gruppen beiſammenliegend. Einige ſtoßen blos Waſſer aus, anderen entſtrömen mit dem Waſſer zugleich mehr oder weniger gewaltige Dampfmengen, noch andere ent-

halten kein oder nur wenig ſchlammiges Waſſer, aber es entſtrömen ihnen heiße Gaſe. Während beſonders heftiger Erdbeben zeigten alle Springquellen faſt ununterbrochene Thätigkeit, auch brachen hin und wieder neue hervor, um ſpäter wieder zu verſchwinden. Von einigen, die in früheren Zeiten ihr Waſſer mit ungemeiner Stärke und hoch emporgeworfen, weiß man, daß ſie nach heftigen Erdbeben allmälig verſiegten, andere dagegen erlangten erſt Bedeutung in Folge ſolcher Kataſtrophen.

Der berühmte große Geyſer — das Wort ſtammt vom Isländiſchen „geysa“ oder „giosa“, was ſo viel ſagen will als „wüthen, mit Ungeſtüm hervorbrechen“ — hat ſeinen Sitz ungefähr in der Mitte jener Quellen, von denen wir ſoeben ſprachen. Ein Hügel, ein kreisförmiger Wall, etwa 30 Fuß hoch und von 200 Fuß Durchmeſſer, umgiebt ihn; es iſt dies ein Gebilde, aus Bodenſätzen der Quelle entſtanden und, wie begreiflich, öfterem Geſtaltenwechſel unterworfen. In unmittelbarer Nähe finden ſich einige ärmliche Hütten Eingeborener.

Auf dem Gipfel des Hügels, der ſich nicht bedeutend über die ebene Thalſohle erhebt, von ihm umſchloſſen und eingefaßt, trifft man ein ſanft abfallendes Becken, etwa 60 Fuß im Durchmeſſer und 7—8 Fuß tief. Inmitten des Bodens iſt eine cylindriſche, ſchachtähnliche Röhre, ein Schlund, oben 10 Fuß weit, abwärts ſich verengend und, wie das hinuntergeſenkte Bleiloth ergab, 70 Fuß tief. Die glatten Wände der Röhre beſtehen ebenfalls aus kieſeligen Incruſtationen. Unmittelbar vor Ausbrüchen pflegt das Waſſer in der Röhre ſich immer mehr und mehr zu erheben und endlich ins Becken überzufließen; dies iſt gewöhnlich das ſicherſte Zeichen einer nahen Kataſtrophe. Allein mitunter ſinkt auch das Waſſer wieder nach und nach, bis endlich das Becken vollkommen trocken wird, ohne daß eine Eruption erfolgt.

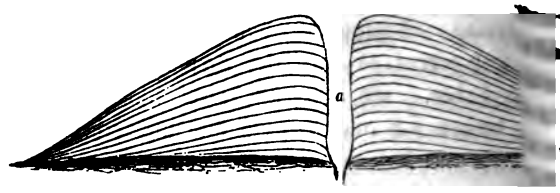
Von den Eigenſchaften des Geyſerwaſſers berichten manche Reiſende gar ſeltſame Dinge; Mährchen, welche nicht verdienen wiederholt zu werden. Es hat — eine Folge aus ſehr großen Tiefen ausſtrömender erhitzter und daſſelbe durchdringender Dampfmaſſen — unmittelbar nach Eruptionen Siedehitze; wie denn ſolche heiße Quellen in der Regel nur da hervorzubrechen ſcheinen, wo vulkaniſche Feuer bis nahe an die Erdoberfläche

gerückt ſind. Das Waſſer iſt vollkommen klar und läßt ſich, gehörig abgekühlt, trinken; man kann es Jahre lang in Flaſchen bewahren, ohne daß ſich irgend ein Niederſchlag zeigt; Chemiker fanden darin: Kieſelerde, Thonerde und einige Natronſalze, namentlich kohlenſaures Natron.

Im Ruhezuſtande, wenn nicht die geringſte Thätigkeit wahrzunehmen, erweckt der Geyſer die nämlichen Gefühle, womit man an den Kraterrand eines ſchlummernden Vulkans tritt. Bedeutende Ausbrüche, auf welche Reiſende oft Tage lang warten müſſen, gewähren einen wunderbar entzückenden Anblick, das prachtvollſte, reizendſte Schauſpiel. Nirgends bietet die Natur Etwas, das jenen Erſcheinungen gleichkäme, und noch weniger gelang es der Kunſt, Anlagen zu ſchaffen, welche ſich damit meſſen könnten; denn was auf der Wilhelmshöhe bei Kaſſel zu ſehen und in den geprieſenen Gärten von Verſailles, ſteht dem Geyſer ſehr nach. Mit gewaltiger Kraft, von unterirdiſchem Getöſe, dumpfem Brüllen oder Donnern, richtiger den Ausſtrömungen aus dem Keſſel einer Dampfmaſchine vergleichbar, begleitet, und indem der Boden erzittert, ſo daß der Beckenrand zu berſten droht, bricht die volle, acht Fuß ſtarke Waſſerſäule mit den glänzendſten Farben, mit dem reinſten Schaume hervor. Sie ſteigt, ſie ſchießt pfeilſchnell, und die vielartigſten Geſtalten ſich aneignend, bald mehr, bald weniger hoch empor; oft nur 15—20 Fuß, in anderen Fällen 80—90 Fuß. Manche reden von 100, ja von 150 Fuß; allein dieſe Angaben müſſen als ſehr muthmaßliche, willkürliche gelten; denn unermeßliche Dampfwolken hüllen die Waſſerſäule ſo ein, daß man ſie kaum zu überblicken vermag. Schätzungen von 50 Fuß Stärke und 300 Fuß Höhe ſind jedenfalls arge Uebertreibungen; Dämpfe mögen getäuſcht haben. Es umgeben dieſe nicht blos die Waſſerſäule, ſie breiten ſich auch weithin aus und erheben ſich oft um Vieles mehr, ſo daß dieſelben den ganzen Horizont in der Runde erfüllen; auch die im vollen Glanze leuchtende Sonne wird verfinſtert, nur die Spitzen des gewaltigen Waſſerſtrahles glänzen in reizendſter Weiße; wie Gold- und Silberſtaub fallen die fein zerſtiebten Tropfen nieder. Zuweilen ſcheinen die Rieſenkräfte ermatten zu wollen, die Säule verſchwindet plötzlich, aber mit erneuter Kraft ſieht man ſie bald wieder emporgeſchleudert."

Bis vor wenigen Jahren glaubte m
Waſſerauswürfe durch unterirdiſche Höhl
müſſen. Bunſen, welcher 1846 Island
Anſicht berichtigt. Die Erſcheinung erklär
einfacher. [5])

Die heißen kieſelerdehaltigen Quellen
ſüdweſtlich vom Hekla am Rande eines H
aus vulkaniſchem Tuff- und Trappgeſtei
bauen durch Ablagerung der Kieſelerde als
Sinter rings um ihre Oeffnungen kleine K
der Form ganz den in Ungarn, Algier und
Caramarca in Peru durch kalkhaltige O
gleichen. Form und Entſtehungsweiſe derſel
den vulkaniſchen Aufſchüttungskegeln mit Kra
ſtatt Aſche und Lava Kieſelſinter ſehr allmälig
herum aufgebaut wird, indem das rings abf
ſeiner Erkaltung die gelöſte Kieſelerde fallen l
haupt die allgemeine und nothwendige Form
die um eine permanente Oeffnung herum ſich
ebenſo bei den Schlammvulkanen wie bei den
kegeln der Vulkane. Da die Erkaltung zun
ſtelle am ſtärkſten niederſchlagend wirkt, ſo we
ſelerdeſchichten am dickſten, über dem Ausfluſſ
gegen durch Strömung und Temperatur der
Verengung der Röhre, ſtets verhindert. Dieſe
ken daher einen Aufbau, wie der beiſtehende ü



eines ſolchen Kegels zeigt. Die Höhe dieſer K
türlich von ihrer Bildungsdauer, der ausſtrömende
ſeinem Kieſelerdegehalte und der Art der Abkühlun
ſie aber bei einer gewiſſen Weite der Röhre ſind
dem gemäß der regelmäßige Quellſchacht a iſt,

igen Vorgänge der Geſteins-
, ſo ergiebt ſich ſehr bald,
igen Schlamm, anderwärts
ert, oder den Aufbau von
während gleichzeitig auf
e Flüſſe Schlamm, Sand
npfen Torflager erwachſen,
abgelagert werden, oder
ndere Kieſelſinter abſetzen,
ilde zu bezeichnen pflegt.
r nehmen einzelne Ueber-
en Periode in ſich auf,
nſchen noch nach Jahr-
d. h. die Ablagerung
s, verrathen werden.
anze Erdoberfläche gül-
der beiliegenden Skizze

chauliches Bild geben
ſie durchſchnitten ge-
on kennen. Begreif-
einer ſolchen Skizze
argeſtellt werden.
ne: Gneiß, Glim-
rgleichen, ſind aus
, Hornblende und
Mineralien alſo,
nd von denen man
ſo kryſtalliniſchem
finden, aus einer
eſe Schiefer zeigen
Abſonderung, aber
i Reſte und keine
echaniſchen Ablo-
.. Sie treten
ſt von Maſſen;
Form derſelben
ührung kommen,

in der ganzen Zwiſchenzeit zwiſchen zwei Eruptionen für jeden Punkt die Temperatur des Waſſers niedriger iſt, als der durch den Druck beſtimmte Siedegrad dieſes Punktes, wobei ich Ihnen in Erinnerung bringen muß, daß der Siedegrad des Waſſers ein um ſo höherer iſt, unter je höherem Drucke es ſich befindet. In der mittleren Höhe des Geyſerrohres kommt die Temperatur der des Siedepunktes ſtets am nächſten. Sobald aber nun in dieſer Region durch beſtändiges Steigen der Temperatur, bewirkt durch Aufſteigen des Waſſers, der der Druckhöhe entſprechende Siedepunkt erreicht iſt, alsbald wird eine Waſſerſchicht in Dampf verwandelt, dadurch wird ſogleich der Druck auf die nächſt untere Schicht vermindert, auch dieſe verwandelt ſich in Dampf, und ſo ein mehr oder weniger großer Theil der unteren Waſſerſäule. Dieſer Dampf ſchleudert die darüber befindliche Waſſerſäule mit großer Energie aus der Röhre in die Luft. Dort etwas abgekühlt, fällt aber das Waſſer in die Oeffnung zurück und bringt hier durch Abkühlung eine kleine Unterbrechung der Dampfbildung hervor, die aber ſchnell durch neu aufſteigendes Waſſer von ſehr hoher Temperatur überwunden wird. Das Ausſchleudern und Zurückfallen der Waſſerſäule dauert nun ſo lange fort, bis die Abkühlung derſelben dadurch einen Grad erreicht hat, der durch das nachdringende Waſſer nicht mehr überwunden werden kann. Bei dieſen Waſſereruptionen fällt natürlich viel Waſſer neben den Keſſel zurück, und daher kommt es, daß der Stand des Waſſerſpiegels nach der Exploſionszeit 3—6 Fuß niedriger iſt als vorher. Von da ab beginnt ganz derſelbe Proceß wieder von Neuem. Die Dauer dieſer Periode iſt begreiflicher Weiſe von der Quantität und Temperatur des ausſtrömenden Waſſers, ſowie von der Höhe und Weite des Rohres abhängig. Darum iſt ſie nicht nur bei den einzelnen Geyſern Islands, ſondern auch bei einem und demſelben in verſchiedenen Zeiten ſehr verſchieden. Beim berühmten großen Geyſer z. B. war ſie im vorigen Jahrhundert eine ganz andere als jetzt.

Zwiſchen den Haupteruptionen der Geyſer erfolgen oft kleinere ruhigere Waſſerausſchleuderungen. Dieſe ſind bedingt durch das Aufſteigen großer Dampfblaſen, die ſich oft wieder condenſiren, ehe ſie die Oberfläche erreichen, aber die Waſſer-

maſſen ſchnell vor ſich hertreiben und gerade dadurch, wenn die Temperatur zur Haupteruption ſchon vorbereitet iſt, die Plötzlichkeit derſelben bedingen, indem ſie eine große Menge Waſſer ſehr ſchnell unter einen geringeren Druck bringen, als der, welcher ſeinem Siedepunkte entſpricht.

Sie ſehen, das Wunderbare dieſer Waſſereruptionen hat auch hier der gründlichen Forſchung nicht widerſtanden, ſondern ſich in ein naturgeſetzliches, nothwendiges Wirken aufgelöſt.

Einundzwanzigſter Brief.

Der innere Bau der Erde.

Im zwölften Briefe habe ich die geringe Tiefe beſprochen, bis zu welcher die Erde unſerer Beobachtung zugänglich iſt, uns, die wir angewieſen ſind, ihre Oberfläche zu bewohnen. Ein unwiderſtehlicher Wiſſensdrang hat dennoch den Menſchen, ſo lange er auf der Erde ſieht und denkt, angeſpornt, auch ihr Inneres kennen zu lernen. Zu der Wißbegierde hat ſich der praktiſche Nutzen geſellt, den manche Stoffe des Erdinnern darbieten, und ſo iſt es gekommen, daß man durch Beobachtung und Schlüſſe den Bau der feſten Erdkruſte bis zu einer gewiſſen Tiefe kennen gelernt und darauf gar mancherlei Hypotheſen über die Art ſeiner Entſtehung gegründet hat. Die Lehre von der Zuſammenſetzung und dem Bau des Erdinnern pflegen wir Deutſche Geognoſie zu nennen, die Lehre von deſſen Entſtehung Geologie, beide Lehren können nicht füglich von einander getrennt werden, die eine dient der anderen zur Grundlage, und ohne alle Theorie iſt die bloße Thatſachenkenntniß ein dem menſchlichen Geiſte unwürdiges Gedächtnißwerk.

Was uns bei der Unterſuchung der Zuſammenſetzung der feſten Erdkruſte zuerſt auffallen muß, iſt die Unabhängigkeit derſelben von allen geographiſchen und klimatiſchen Zonen, die einen

ſo großen Einfluß auf die organiſche Bevölkerung der Erdoberfläche ausüben. Der Bau der feſten Erdkruſte iſt im Allgemeinen überall ein ähnlicher. Gewiſſe Geſteine, wie Granit, Grünſtein, Porphyr, Baſalt, Thonſchiefer, Kalkſtein, Sandſtein, wiederholen ſich in allen Welttheilen auf dieſelbe Weiſe und unter ähnlichen Verhältniſſen gegenſeitigen Verbandes, der Lagerung. Es iſt das, wie geſagt, ein bemerkenswerther Gegenſatz der unorganiſchen und der organiſchen Natur unſeres Planeten, daß die erſtere unabhängig von allen klimatiſchen Einflüſſen (Zonen) ſich mehr als Urſache wie als Folge derſelben weiſt, während letztere durchaus als ein Product derſelben betrachtet werden muß. Indeſſen dürfen wir bei dieſer Betrachtung nicht vergeſſen, daß ein hiſtoriſcher Wechſel des Klimas der ganzen Erde, eine allmälige Abkühlung derſelben nicht nur durch die Aufeinanderfolge foſſiler Organismen angedeutet wird, ſondern auch in den Geſteinsbildungen ungleichen Alters erkannt werden kann.

Um Ihnen v. Humboldt's gedrängte Sätze über dieſen Gegenſtand etwas deutlicher zu machen, will ich verſuchen, mit wenig Worten ein Bild von der Zuſammenſetzung der feſten Erdkruſte zu entwerfen, und daran einige Bemerkungen über die wahrſcheinliche Entſtehung dieſes Zuſtandes anſchließen.

Die feſte Erdkruſte beſteht nicht aus einerlei Material, ſondern aus mancherlei Verbindungen von Mineralien, die man Geſteine oder Felsarten zu nennen pflegt.

Einige dieſer Geſteine ſind conſtante Verbindungen von 2 oder 3 Mineralien, ſo iſt z. B. der Granit eine Verbindung von Quarz, Glimmer und Feldſpath. Andere beſtehen nur aus einem Mineral, wie Kalkſtein. Dieſe Verbindungen von verſchiedenen Mineralien, oder Theilchen deſſelben Minerals, ſind theils körnig, ſo daß man ihre Zuſammenſetzung aus Theilchen deutlich erkennen kann, theils dicht oder glasartig, in welchem Falle man die zuſammenſetzenden Theilchen nicht mit dem Auge zu unterſcheiden vermag, wie im Baſalt. Die Verbindungsweiſe der Theilchen iſt theils eine kryſtalliniſche innige Verwachſung oder Mengung, wie beim Granit und Baſalt, theils eine mechaniſche Zuſammenkittung, wie bei den Conglomeraten und Sandſteinen. Manchmal liegen ſie auch nur loſe beiſammen.

Wenn wir nun ſo viel wie möglich alle Verhältniſſe die-

ser Gesteine zugleich berücksichtigen, d. h. ihre Zusammensetzung, Lagerung, besondere Verbreitung, wahrscheinliche Entstehungsweise u. s. w., so lassen sich dieselben in 4 große Abtheilungen oder Gruppen bringen, welche in den meisten Fällen selbst ein Anfänger leicht zu unterscheiden vermag. Wie alle systematischen Abgrenzungen in der Natur, sind natürlich auch diese schwankend und unsicher, sobald es sich darum handelt, alle einzelnen Erscheinungen in sie aufzunehmen, aber deutlich und sprechend, sobald man dem Anfänger gegenüber bei den vorherrschenden und deutlichsten Erscheinungen stehen bleibt, und sie auf diese anwendet. Geht es doch im Reiche des Organischen nicht besser, obwohl man es da mit scharf abgegrenzten Arten zu thun hat, was bei den Gesteinen nicht der Fall ist, die nur mehr oder weniger constante Anhäufungen von Mineralarten sind. Jeder kommt leicht dahin, den Löwen, den Adler, den Frosch, die Fliege als Thier; die Eiche, die Palme, das Farrnkraut als Pflanze zu erkennen, während es Organismen giebt, über deren Zurechnung zum Thier- oder Pflanzenreich die besten Zoologen und Botaniker noch nicht einig sind. Aehnlich verhält es sich auch mit den Schicht-, Schiefer-, Massen- und Ganggesteinen als die feste Erdkruste zusammensetzenden Theilen, die ich hier mit wenigen Zügen zu charakterisiren versuchen werde. Jeder kann sich leicht ein Bild von dem Charakter der Gruppen erwerben, es wird leicht sein, diesen Charakter an den auffallenden Beispielen zu erkennen, aber es ist schwer, ihn in allen einzelnen Fällen aufzufinden.

1) Schichtsteine nennen wir eine Gruppe von Gesteinen, die sich nach allen Umständen als mechanische oder chemische Ablagerungen aus Wasser zu erkennen geben, wie dergleichen ganz ähnlich noch jetzt vom Meere, von den Flüssen, besonders an ihren Mündungen (den Delta's), in Landseen und Sümpfen, sowie an Quellen zuweilen durch Vermittelung oder unter Mitwirkung des organischen Lebens abgesetzt werden. Man erkennt sie als solche an ihrer Schichtung und schichtweisen Uebereinanderlagerung, die ursprünglich größtentheils ziemlich horizontal war, und aus ihrer Zusammensetzung. Sie bestehen entweder aus unter gewissen Umständen in Wasser auflöslichen Mineralien, wie Kalkspath, Rautenspath, Gyps, Steinsalz,

ſo großen Einfluß auf die organiſche Bevölkerung
fläche ausüben. Der Bau der feſten Erdkruſte i
meinen überall ein ähnlicher. Gewiſſe Geſteine,
Grünſtein, Porphyr, Baſalt, Thonſchiefer, Kalkſtei
wiederholen ſich in allen Welttheilen auf dieſelb
unter ähnlichen Verhältniſſen gegenſeitigen Verbar
gerung. Es iſt das, wie geſagt, ein bemerkenswer
der unorganiſchen und der organiſchen Natur unſeres
die erſtere unabhängig von allen klimatiſchen Einf
ſich mehr als Urſache wie als Folge derſelben weiſt,
tere durchaus als ein Product derſelben betrachtet
Indeſſen dürfen wir bei dieſer Betrachtung nicht
ein hiſtoriſcher Wechſel des Klimas der ganze
allmälige Abkühlung derſelben nicht nur durch die
folge foſſiler Organismen angedeutet wird, ſonder
Geſteinsbildungen ungleichen Alters erkannt werd

Um Ihnen v. Humboldt's gedrängte Sät
Gegenſtand etwas deutlicher zu machen, will ich
wenig Worten ein Bild von der Zuſammenſetz
Erdkruſte zu entwerfen, und daran einige Bemerk
wahrſcheinliche Entſtehung dieſes Zuſtandes anſ

Die feſte Erdkruſte beſteht nicht aus einerlei
dern aus mancherlei Verbindungen von Miner
Geſteine oder Felsarten zu nennen pflegt.

Einige dieſer Geſteine ſind conſtante Verbi
oder 3 Mineralien, ſo iſt z. B. der Granit e
von Quarz, Glimmer und Feldſpath. Andere b
einem Mineral, wie Kalkſtein. Dieſe Verbindu
ſchiedenen Mineralien, oder Theilchen deſſelben
theils körnig, ſo daß man ihre Zuſammenſetzun
deutlich erkennen kann, theils dicht oder glasartig,
man die zuſammenſetzenden Theilchen nicht mi
unterſcheiden vermag, wie im Baſalt. Die L
der Theilchen iſt theils eine kryſtalliniſche imm
oder Mengung, wie beim Granit und Baſalt, th
niſche Zuſammenkittung, wie bei den Conglome
ſteinen. Manchmal liegen ſie auch nur loſe b

Wenn wir nun ſo viel wie möglich alle

e der Gesteins=
ſich ſehr bald,
m, anderwärts
n Aufbau von
gleichzeitig auf
lamm, Sand
ger erwachſen,
werden, oder
ſinter abſetzen,
eichnen pflegt.
einzelne Ueber=
in ſich auf,
h nach Jahr=
ie Ablagerung
hen werden.
oberfläche gül=
egenden Skizze

es Bild geben
chſchnitten ge=
nen. Begreif=
ſolchen Skizze
tellt werden.
Gneiß, Glim=
ichen, ſind aus
Hornblende und
Mineralien alſo,
von denen man
o kryſtalliniſchem
nden, aus einer
eſe Schiefer zeigen
Abſonderung, aber
n Reſte und keine
nechaniſchen Ablage=

e F
rühr

Eisenoxyd oder aus mechanisch vom Wasser zusammengeführten und abgelagerten Theilchen (von der Zerstörung anderer Gesteine herrührend), wie Thon, Mergel, Sand, Geschiebe, oder endlich aus Ueberresten organischer Körper, die unter Vermittelung des Wassers gebildet oder abgelagert wurden, wie Torf, Braun- und Steinkohle, Infusorienschalen, Korallenbänke. Auch die nicht der Hauptsache nach aus organischen Resten bestehenden Schichtgesteine enthalten sehr häufig vereinzelte Spuren oder Theile organischer Körper als sogenannte Versteinerungen.

Diese Gruppe von Gesteinen bildet, wo die Oberfläche daraus besteht, vorzugsweise Ebenen und flachhügelige Gegenden; wo sie in Gebirgen auftritt, da zeigt sie fast immer gewisse Veränderungen, sowohl mechanische als chemische, als Spuren gewaltsamer Einwirkung benachbarter Gesteine der dritten Klasse. Die horizontalen Schichten sind aufgerichtet, mannichfach gebogen, zerbrochen und zertrümmert, die Gesteine sind gehärtet, anders gefärbt, ja sogar etwas krystallinisch geworden, wodurch sie in die der zweiten Klasse übergehen.

Die Schichtgesteine oder Flötzformationen (neptunischen Ablagerungen, Sedimentgesteine) zeigen im Allgemeinen eine regelmäßige Reihenfolge der Uebereinanderlagerungen; d. h. wenn man in einer Gegend eine gewisse Reihenfolge der ungleichen Gesteinsschichten beobachtet hat, so zeigt sich dieselbe Reihenfolge oft über einen sehr großen Landstrich, ja über Hunderte von Quadratmeilen hinweg ganz gleichmäßig, so daß man aus einer wieder erkannten Schicht auf die unter ihr folgende bedeckte schließen kann, was in technischer Beziehung oft sehr wichtig ist. Die Reihenfolge der Schichtgesteine ist nach und nach dadurch immer mehr und mehr vervollständigt worden, daß man die localen Reihen durch ihre übereinstimmenden Glieder zu einer Gesammtreihe verband. Fand man z. B. in vier verschiedenen Gegenden Deutschlands folgende Anordnung der Aufeinanderlagerung, so konnte man daraus die darunter gesetzte Gesammtreihe construiren, und je mehr Gegenden der Erde man auf diese Weise mit einander verbindet, um so vollständiger wird natürlich die Gesammtreihe.

1) Am Erzgebirge fand man die Schichtgesteine so unter einander liegend:

Diluvium, aus Lehm, Sand und Geschieben bestehend.

Braunkohlenformation, aus Thon, weißem Sand und Braunkohlen bestehend.

Oberer Quadersandstein, ein Sandstein mit Meeresmuscheln.

Pläner, Mergel, Kalkstein und mergeliger Sandstein mit Meeresmuscheln.

Unterer Quadersandstein, Sandstein mit Meeresmuscheln.

Schieferthon mit Landpflanzenresten (Waldformation).

Rothliegendes, Conglomerat, Sandstein und Schieferthon mit Kalkstein-, Hornstein- und Thonsteineinlagerungen, Reste von Landpflanzen enthaltend.

Steinkohlenformation, graue Sandsteine und Schieferthone mit Steinkohlenlagern. Bezeichnet durch Landpflanzenreste.

Grauwacke, Grauwackenschiefer (Thonschiefer) und Grauwackensandstein mit Einlagerungen von Kieselschiefer, Alaunschiefer und Kalkstein, charakterisirt durch Meeresmuscheln und Korallen.

2) In Thüringen wurde folgende Schichtreihe beobachtet:

Diluvium, aus Lehm, Sand und Geschieben bestehend.

Braunkohlenformation, wie am Erzgebirge.

Lias, aus dunklem Schiefer und Kalkstein mit Meeresmuscheln und hellem Sandstein, und Pflanzenresten bestehend.

Keuper, bestehend aus buntem Mergel mit Gyps, Dolomit und Kalksteinlagern, Sandstein, Schieferthon und Lettenkohle.

Muschelkalk, zusammengesetzt aus grauem Kalkstein mit Meeresmuscheln, Mergel, Dolomit, Gyps, Thon und Steinsalz.

Bunter Sandstein, in der oberen Hälfte aus buntem Schieferthon und Mergel mit Gyps, in der unteren aus gelbem und röthlichem Sandstein bestehend, welcher nur selten Rogensteinlager und organische Reste enthält.

Zechstein, aus bituminösem Kalkstein, Rogenstein, Dolomit, Gyps, Steinsalz, bituminösem Mergel und Kupferschie-

fer mit Zoophyten, Meeresmuſcheln und Fiſchen zuſammengeſetzt.

Rothliegendes, ziemlich wie am Erzgebirge.

Kohlenformation, ziemlich wie am Erzgebirge.

3) In Schwaben ſind die Diluvialgebilde faſt nur durch Schlamm mit Knochen und Bohnerzablagerungen in Höhlen- und Spaltenräumen älterer Geſteine vertreten, die eigentliche Schichtreihe beginnt mit dem

Jurakalk, beſtehend aus hellfarbigen Kalkſteinen, Rogenſteinen und Dolomiten, ruhend auf braunem Thon und eiſenſchüſſigem Sandſteine mit ſehr vielen Reſten von Meeresthieren; darunter folgen:

Lias, dunkler bituminöſer Schiefer und Kalkſtein und eiſenſchüſſiger Sandſtein mit Meeresthieren.

Keuper, aus buntem Mergel und Thon, Gyps, Dolomit, Kalkſtein, Sandſtein, Schieferthon und Lettenkohle beſtehend, mit wenig organiſchen Reſten, theils Meeresmuſcheln, theils Landpflanzen.

Muſchelkalk, zu oberſt dolomitiſcher und thoniger dichter Kalkſtein, darunter Gyps, Anhydrit, Thon und Steinſalz, zu unterſt dünn geſchichteter knotiger Kalkſtein und dolomitiſcher Kalkſtein.

Bunter Sandſtein, thoniger Sandſtein, mit rothem Schieferthon wechſelnd, und kieſeliger Sandſtein.

4) In Weſtphalen iſt die Schichtfolge dieſe:

Diluvium, wie in Thüringen.

Molaſſethon und Mergel mit vielen Meeresmuſcheln.

Braunkohlenformation, ähnlich wie am Erzgebirge.

Kreidemergel mit vielen Meeresmuſcheln.

Quaderſandſtein mit thonigen und mergeligen Zwiſchenlagerungen, welche dem ſächſiſchen Pläner entſprechen.

Waldformation, aus Thon, Schieferthon, Eiſenſtein und Kohlenlagern beſtehend, mit Reſten von Sumpfpflanzen und Muſcheln.

Jurakalk, aus Kalkſtein, Mergel und Thon mit Meeresmuſcheln zuſammengeſetzt.

Lias, ähnlich wie in Thüringen und Würtemberg.

Keuper, wie in Thüringen.

Muſchelkalk, wie in Thüringen.
Bunter Sandſtein, wie in Thüringen.
Steinkohlenformation, ähnlich wie am Erzgebirge.
Kohlenkalkſtein, aus dichtem Kalkſteine, Mergel und Schieferthon, örtlich mit Erzeinlagerungen, beſtehend, und durch eine Menge Korallen und Meeresmuſcheln charakteriſirt.
Grauwacke, ähnlich wie im Erzgebirge und in Thüringen zuſammengeſetzt, nur mit mehr Kalkſteinlagern und organiſchen Reſten.

Aus der Zuſammenſtellung obiger 4 Specialreihen ergiebt ſich alſo durch gegenſeitige Ergänzung folgende Geſammtreihe für einen großen Theil Deutſchlands:

Molaſſegruppe....	a) Diluvium (der 1., 2. und 4. Reihe). b) Molaſſethon und Mergel (der 4. Reihe). c) Braunkohlenformation (der 1., 2. und 4. Reihe).
Kreidegruppe.....	d) Kreidemergel (der 4. Reihe). e) Oberer Quaderſandſtein (der 1. u. 4. Reihe). f) Pläner (der 1. u. 4. Reihe). g) Unterer Quaderſandſtein (der 1. u. 4. Reihe). h) Waldformation (der 1. u. 4. Reihe).
Juragruppe.....	i) Jurakalk (der 3. u. 4. Reihe). k) Lias (der 2., 3. u. 4. Reihe).
Triasgruppe.....	l) Keuper (der 2., 3. u. 4. Reihe). m) Muſchelkalk (der 2., 3. u. 4. Reihe). n) Bunter Sandſtein (der 2., 3. u. 4. Reihe).
Zechſteingruppe....	o) Zechſtein (der 2. Reihe).
Kohlengruppe.....	p) Rothliegendes (der 1. u. 2. Reihe). q) Steinkohlenformation (der 1., 2. u. 4. Reihe). r) Kohlenkalkſtein (der 4. Reihe).
Grauwackengruppe	s) Grauwacke (der 1., 2. u. 4. Reihe).

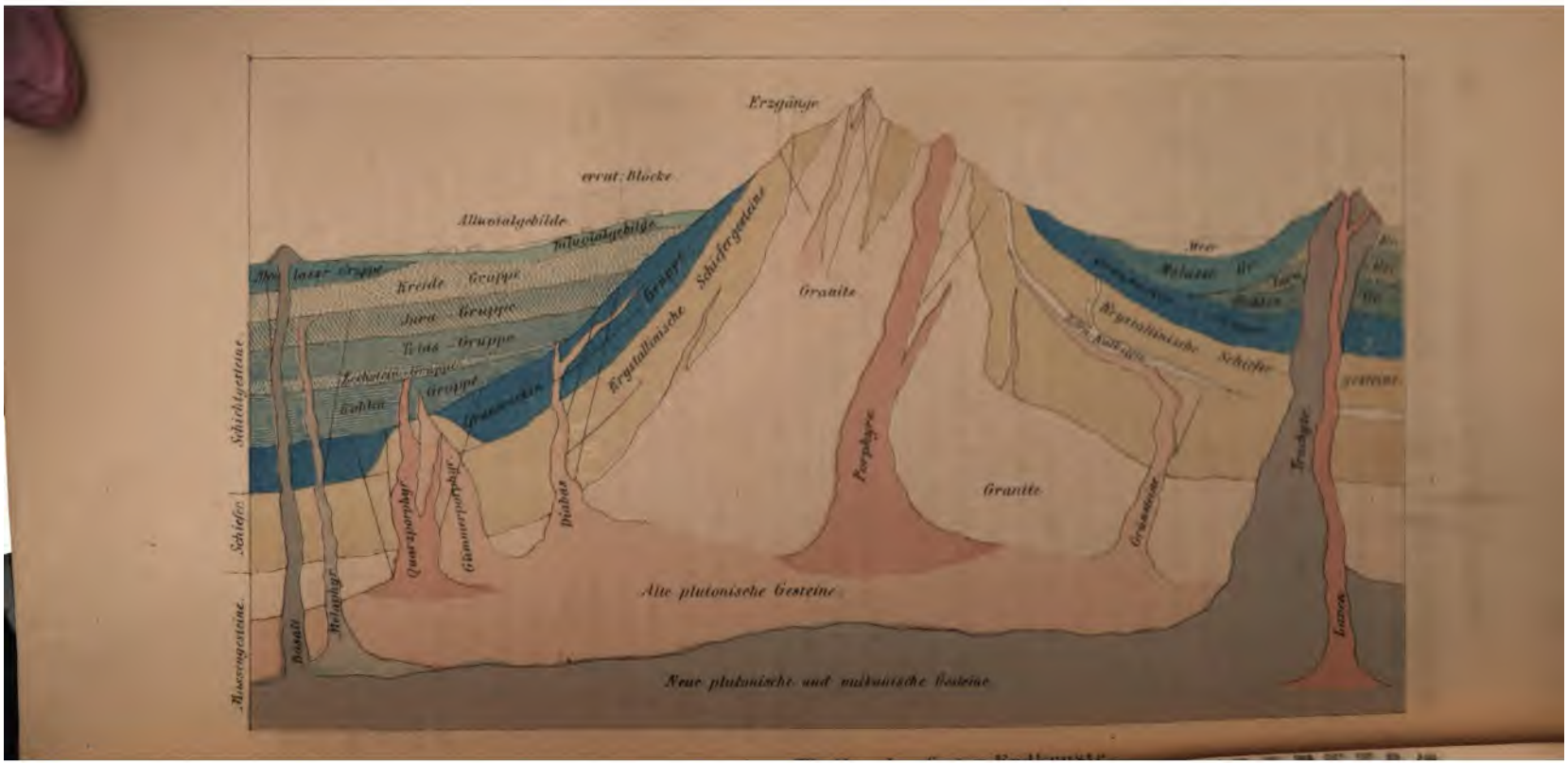
In dieſe deutſche Schichtgeſteinsreihe (Formationsreihe) ſind aber durch Beobachtungen außerhalb der bezeichneten Gegenden noch einzuſchieben: zwiſchen a und b einige neuere Molaſſebildungen, zwiſchen c und d die Hetruriſche Formation an den Küſten des mittelländiſchen Meeres, und die weiße Kreide im Norden Europa's; ferner ſind viele derſelben anderwärts durch andere Geſteinsbildungen oder auch durch Verſteinerungen, welche auf andere Lebenselemente ſchließen laſſen, charakteriſirt; ſo h durch gewiſſe meeriſche Ablagerungen, welche

man Neocomien genannt hat; endlich zerfallen andere, wie z. B. die Grauwacke Englands und Nordamerika's, in viele Unterabtheilungen, die man in Deutschland nicht so deutlich zu unterscheiden vermag.

Wenn nun aber in einer solchen Schichtenreihe einzelne Glieder, wie schon die obigen Beispiele es lehren, örtlich fehlen, so ist doch ihre Aufeinanderfolge stets dieselbe. Das gilt freilich nicht für die ganze Erdoberfläche, wiewohl auch für diese etwas Aehnliches der Fall ist. Man hat nämlich die übereinander liegenden Schichten je nach ihrer Zusammensetzung und Zusammengehörigkeit zur besseren Uebersicht in sogenannte Formationen und Gruppen von Formationen eingetheilt, und es hat sich ergeben, daß in ihnen die Ueberreste verschiedener aufeinander folgender Schöpfungen von Meeres- und Landthieren enthalten sind und regelmäßig übereinander liegen. Aus der Uebereinstimmung dieser Versteinerungen kann man nun die Gleichzeitigkeit der Ablagerungen auch in den Fällen erkennen, in welchen bei beträchtlicher Entfernung das abgelagerte Material oder Gestein ein ganz verschiedenes ist. Ja man vermag sogar aus dem allgemeinen Charakter der Versteinerungen einer Schicht ohne specielle Uebereinstimmung der Arten, weil man die Entwickelungsreihe des organischen Lebens auf dem Erdkörper in gewissem Grade erkannt hat, auf das relative Alter einer Gesteinsablagerung zu schließen, wenn diese auch so isolirt auftritt, daß man weder eine Ueber-, noch eine Unterlagerung derselben beobachten kann. Auf diese Weise ist es möglich geworden, in den entlegensten Welttheilen gleichzeitige oder ungefähr gleichzeitige Ablagerungen — Formationen und Gruppen — zu erkennen, und insofern hat sich allerdings ergeben, daß die Reihenfolge der großen Formationsabtheilungen oder Gruppen der Schichtgesteine über den ganzen Erdkörper dieselbe ist, während allerdings die Gesteine in diesen gleichzeitigen Ablagerungen örtlich oft sehr verschieden sind, sich aber auch manchmal über ganze Welttheile fast gleich bleiben, wie die der Grauwackenformation. In keinem Falle darf aber aus der bloßen Gesteinsübereinstimmung zweier sehr entlegenen Ablagerungen auf deren Gleichzeitigkeit geschlossen werden, wie man das fälschlich zuweilen gethan hat.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION


Erzgänge
erratische Blöcke
Alluvialgebilde
Kreide Gruppe
Jura Gruppe
Trias Gruppe
Kohlen Gruppe
Krystallinische Schiefergesteine
Granite
Porphyre
Granite
Krystallinische Schiefer
Trachyte
Laven
Quarzporphyr
Glimmerporphyr
Diabas
Basalt
Melaphyr
Schichtgesteine
Schiefer
Massengesteine
Alte plutonische Gesteine
Neue plutonische und vulkanische Gesteine

Wir dürfen uns nur die gegenwärtigen Vorgänge der Gesteinsablagerung zur Anschauung bringen, so ergiebt sich sehr bald, daß das Meer hier Sand, dort thonigen Schlamm, anderwärts kalkige, muschelreiche Schichten ablagert, oder den Aufbau von Korallenriffen und Inseln befördert, während gleichzeitig auf dem Lande aus ihren Ufern tretende Flüsse Schlamm, Sand oder Geschiebelager aufhäufen, in Sümpfen Torflager erwachsen, Infusorienpanzer oder Raseneisensteine abgelagert werden, oder während einige Quellen Kalksinter, andere Kieselsinter absetzen, die man allesammt als Alluvialgebilde zu bezeichnen pflegt. Und alle diese Ablagerungen aus Wasser nehmen einzelne Ueberreste des organischen Lebens der jetzigen Periode in sich auf, unter denen die Kunstproducte des Menschen noch nach Jahrtausenden eine gewisse Gleichzeitigkeit, d. h. die Ablagerung nach Erschaffung des Menschengeschlechtes, verrathen werden.

Die Aufeinanderfolge der für die ganze Erdoberfläche gültigen Formationsgruppen ist nun die auf der beiliegenden Skizze verzeichnete.

Diese Skizze soll überhaupt ein anschauliches Bild geben von der Architektur der festen Erdkruste (sie durchschnitten gedacht), geschlossen aus dem, was wir davon kennen. Begreiflicher Weise können in dem kleinen Raume einer solchen Skizze die wirklichen Verhältnisse nur ganz ideal dargestellt werden.

2) Die krystallinischen Schiefergesteine: Gneiß, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer und dergleichen, sind aus Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk, Feldspath, Hornblende und ähnlichen Mineralien zusammengesetzt, aus Mineralien also, welche in Wasser fast ganz unauflöslich sind, und von denen man in keinem Falle annehmen kann, daß sie in so krystallinischem Verbande, wie sie sich in diesen Gesteinen finden, aus einer Lösung in Wasser niedergeschlagen seien. Diese Schiefer zeigen zwar oft eine schichtförmige Anordnung und Absonderung, aber sie enthalten in der Regel keine organischen Reste und keine Conglomeratbildungen, welche beide in den mechanischen Ablagerungen aus Wasser so häufig vorkommen. Sie treten am häufigsten in Gebirgen, in der Nachbarschaft von Massengesteinen in großer Verbreitung ohne bestimmte Form derselben auf, und wo sie mit Schichtgesteinen in Berührung kommen, sind

29883.11

ſie meiſt von allen denſelben überlagert, dienen ihnen als Unterlage, ſowie den Maſſengeſteinen als Form oder Hülle.

Ueber die Entſtehungsweiſe dieſer Schiefergeſteine ſind die Geologen noch nicht einig; Einige halten ſie für die Ueberreſte einer erſten Erſtarrungskruſte des Erdkörpers, Andere, und zwar die Mehrzahl, für umgewandelte und dabei kryſtalliſirte Schichtgeſteine. Für einige derſelben iſt dagegen als ſehr wahrſcheinlich nachgewieſen worden, daß ſie wie die Geſteine der folgenden Gruppe in einem durch Wärme weichen Zuſtande aus dem Erdinneren emporgepreßt wurden.

Sie müſſen mir aber erlauben, Ihnen über dieſen Gegenſtand, ſowie über die Bildungsweiſe der Geſteine überhaupt, noch einen beſonderen Brief zu ſchreiben, um hier die Ueberſicht des Baues der feſten Erdkruſte durch ſolche Betrachtungen nicht zu ſehr zu unterbrechen.

3) Die dritte Klaſſe von Geſteinen beſteht aus kryſtalliniſchen körnigen oder dichten Gemengen von Mineralien, in denen allen die Kieſelerde eine wichtige Rolle ſpielt, weshalb man ſie auch wohl Silicate nennt, und die in Waſſer nur äußerſt ſchwierig oder gar nicht auflöslich ſind.

Die ſie zuſammenſetzenden Mineralien ſind namentlich: Feldſpath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Nephelin und Leuzit. Die durch ihre Verbindung gebildeten Geſteine: Granit, Syenit, Porphyr, Grünſtein, Trachyt, Baſalt, Phonolith, Laven von mancherlei Art. Es iſt gewiß höchſt merkwürdig, daß dieſe kryſtalliniſchen Verbindungen von 2, 3 oder 4 Mineralien ſich in allen bekannten Theilen der Erde ganz auf dieſelbe Weiſe zuſammengeſetzt wiederholen. Am Brocken wie im Himelaja, in den Alpen wie in den blauen Bergen Neuhollands, im Erzgebirge wie im Ural, im Odenwalde wie in den Bergen von Rio Janeiro, im Rieſengebirge wie in den Pyrenäen, im Altai wie in den vereinigten Staaten, im Böhmer Walde wie an den Küſten von Guinea, am Vorgebirge der guten Hoffnung wie in den Bergen Aegyptens, genug überall auf der Erde, wo der Menſch ſeinen forſchenden Blick hingeworfen hat, beſteht ein Geſtein, welches man Granit nennt, aus Quarz, Glimmer und Feldſpath, und dieſe 3 Mineralien ſind trotz ihrer Unauflöslichkeit in Waſſer, trotz ihrer ſehr ungleichen Schmelzbarkeit

offenbar gleichzeitig nebeneinander kryſtalliſirt. Wer möchte da nicht an eine Geſetzmäßigkeit der Verbindung glauben, unabhängig von allen localen Urſachen? Und daſſelbe gilt in ähnlicher Weiſe auch vom Syenit und Baſalt, vom Porphyr und Trachyt. Sie finden ſich überall von ähnlicher Zuſammenſetzung unter ähnlichen Lagerungsverhältniſſen, mit ähnlichen Oberflächenformen wieder.

Dieſe Geſteine treten vorzugsweiſe in gebirgigen oder bergigen Gegenden auf, ſie liegen oft ſcheinbar unregelmäßig und in vielerlei Geſtalten neben-, in- und übereinander, oder ſie füllen als Gänge lange Spalten in ähnlichen oder anderen Geſteinen aus. Wo ſie mit den anderen Geſteinen in Berührung kommen, haben ſie oft deutliche mechaniſche Zerſtörungen oder chemiſche und phyſikaliſche Aenderungen des urſprünglichen Zuſtandes derſelben hervorgebracht. Sie enthalten keine Ueberreſte organiſcher Körper (Verſteinerungen) und ſind nicht geſchichtet, ſondern unregelmäßig maſſig, plattenförmig, ſäulenförmig, knollig oder kugelig abgeſondert. Man nennt ſie *kryſtalliniſche Maſſengeſteine*, *abnorme Geſteine*, *Eruptivgeſteine*, *plutoniſche* oder *vulkaniſche Geſteine*.

Aehnliche Geſteinsmaſſen ſehen wir gegenwärtig nur den Vulkanen als Lava im heißflüſſigen Zuſtande entſtrömen, und in der That deuten alle Umſtände an, daß ſie ſämmtlich (nur in ſehr ungleichen Zeiträumen und unter mancherlei Modificationen) auf ähnliche Weiſe entſtanden, im heißflüſſigen Zuſtande aus dem Erdinneren hervorgepreßt ſind. Beſonders ſpricht dafür die Unmöglichkeit, ſich dieſelben anders als durch Wärme aufgelöſt zu denken, da zu ihrer Auflöſung in Waſſer unermeßliche Quantitäten deſſelben nöthig ſein würden; ferner ihr vorzugsweiſes Auftreten in Gebirgen, die eben durch ihr Emporpreſſen aus der Tiefe veranlaßt ſein dürften, ihr augenſcheinlich gewaltſames Eingedrungenſein, zwiſchen andere Geſteine und in Spalten derſelben, wobei ſie oft losgeriſſene Fragmente umhüllt haben, die Störungen, welche ſie in dem urſprünglichen Zuſtande und der Lagerung ihrer Nachbarn bewirkten, der Mangel organiſcher Ueberreſte in denſelben und ſelbſt die Art ihrer Zerklüftung, die ähnlich bei allen abkühlenden großen Maſſen erfolgt. Alle dieſe Umſtände ſprechen auf das Entſchiedenſte für ihre *vulkaniſche*, *eruptive*

Entstehungsweise. Es sind diese Gesteine offenbar zu sehr verschiedenen Zeiten aus dem Erdinneren emporgepreßt worden, und es ist danach auch ihre Zusammensetzung einigermaßen verschieden. Doch ist eine ganz bestimmte Altersreihe derselben noch nicht festgestellt. Man hat bis jetzt nur erkannt, daß die granitischen, meist quarzhaltigen Gesteine im Allgemeinen nur ältere, die basaltischen, durch Augit charakterisirten Gesteine auch jüngere Flötzformationen durchbrochen haben. Doch wissen wir noch nicht sicher, ob jene nicht vielleicht, wie von einigen Geologen behauptet wird, nur als die unteren Stiele dieser zu betrachten sind, so nämlich, daß zu allen Zeiten der vulkanische Proceß ähnliche Producte geliefert, aus den älteren Zeiten aber Alles, was zur Oberfläche emporbrang, später wieder zerstört worden ist. Auch darf ich Ihnen hier nicht verschweigen, daß einige Geologen annehmen, die sogenannten älteren Eruptivgesteine seien durch Umwandlung von Schichtgesteinen im Inneren der Erde entstanden und dabei im erweichten, aber nicht heißflüssigen Zustande emporgepreßt worden. Dieselben Geologen halten auch die krystallinischen Schiefer für auf solche Weise ohne eigentliche Erweichung an Ort und Stelle entstanden.

4) In allen den vorgenannten Gesteinsgruppen und vorzüglich in den Schiefergesteinen findet man oft mehr oder weniger enge Spalten mit verschiedenartigen Mineralien in ungleichmäßiger Anordnung ausgefüllt. Man nennt diese Spaltenausfüllungen vorzugsweise Gänge — Mineral- und Erzgänge, zum Unterschied von Gesteinsgängen. Die sie zusammensetzenden Mineralien sind sehr verschiedener Natur; besonders häufig treten darin auf: Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwerspath, Flußspath, Eisenstein, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und allerlei andere Mineralien oder Erze.

Es ist keinem Zweifel mehr unterworfen, daß diese sehr verschiedenartigen Gänge auch auf verschiedene Art ausgefüllt sind, einige durch Auskrystallisiren aus heißen, wäßrigen Lösungen, andere durch Sublimation aus Dämpfen, noch andere durch Injection heißflüssiger Massen, oder durch Auskrystallisiren aus erkaltenden Spaltenwänden, und bei einigen Mineral- oder Erzgängen dürften sogar mehrere dieser Ausfüllungsarten nach

einander gewirkt haben. Auf alle dieſe Weiſen ſehen wir, daß noch jetzt ſolche Spalten erfüllt werden, und man wird immer für jeden beſonderen Fall erwägen müſſen, welche Erklärung den Umſtänden entſpricht.

Dieſe 4 Gruppen von Geſteinen überlagern und durchdringen nun einander, die feſte Kruſte der Erde zuſammenſetzend, in der Art, wie die Skizze es bildlich darzuſtellen ſucht.

Zweiundzwanzigſter Brief.

Die Bildung der feſten Erdkruſte.

„Die Geologen dringen mit ihren Hypotheſen und Schlüſſen in Räume und Zeiten ein, die weit über die Grenzen unſerer Beobachtungsſphäre hinaus liegen.“

Laſſen Sie uns jetzt auch einen Blick auf die wahrſcheinliche Entſtehung des eben beſchriebenen factiſchen Zuſtandes der feſten Erdkruſte werfen, wobei ich freilich wieder nur die Hauptreſultate geologiſcher Forſchungen mittheilen kann, ohne hier auf eine ſpecielle Begründung derſelben einzugehen.

Aus der Form der Erde mußten wir (S. 52) ſchließen, daß ſie ſich einſt gänzlich in einem erweichten, wahrſcheinlich heißflüſſigen Zuſtande befunden habe, und das wird um ſo wahrſcheinlicher, da mehrere Beobachtungsreihen mit dieſer Vorausſetzung übereinſtimmende Reſultate liefern, namentlich die Temperaturzunahme gegen das Innere, die zu geringe Dichtigkeit, die maſſenhaftere Ausdehnung und beſondere Natur der älteren lavaartigen Eruptivgeſteine, die Reihenfolge der organiſchen Ueberreſte.

Wie jeder freiſchwebende, vorherrſchend nur der Schwerkraft der eigenen Theile unterworfene flüſſige Körper, ſo mußte auch die heißflüſſige Erde ſich zur Kugel (zum Tropfen) formen und zwar in der Weiſe, daß, wenn überhaupt verſchieden ſchwere

(ungleich stark sich anziehende) Theile vorhanden waren, die schwereren sich nach dem Mittelpunkte senkten und immer leichtere sich concentrisch darum lagerten. Diese Anordnung nach der Schwere ist nicht nur ganz im Allgemeinen befolgt, sondern scheint sogar auch dadurch erkennbar, daß die älteren Eruptivgesteine (z. B. die Granite) im Durchschnitt specifisch leichter sind als die jüngeren (z. B. Basalte), welche letzteren vermuthlich aus größerer Tiefe emporbrangen. Waren außer den tropfbar flüssigen auch elastisch flüssige Theile vorhanden, so werden diese die oberste Schicht eingenommen, die erste Atmosphäre gebildet haben, eine Atmosphäre, die offenbar aus ganz anderen und viel mehr Stoffen bestehen mußte als unsere jetzige, weil viele Körper und Stoffe noch nicht im tropfbar flüssigen oder festen, sondern nur im dampfförmigen Zustande verbleiben konnten, z. B. das Wasser oder seine Elemente, der Kohlenstoff u. s. w.

Durch den Umschwung um eine imaginäre Axe wurde nothwendig die Kugelform an den Polen abgeplattet und in die eines Rotationssphäroides verwandelt. Da aber gleichzeitig auch die übrigen Himmelskörper, namentlich Sonne und Mond, mit einer gewissen Anziehungskraft auf die Erde wirkten, durch welche sie noch gegenwärtig die Ebbe und Fluth des Meeres veranlassen, so wird dadurch die regelmäßige Rotationsgestalt der Erde gestört und abgeändert worden sein, wie denn auch wirklich die Gradmessungen und Pendelbeobachtungen verschiedener Gegenden gleicher Breiten, wie wir gesehen haben, etwas abweichende Resultate für die Gestalt der Erde ergeben.

Die Temperatur des Weltraumes scheint, nach der Temperatur unserer Erdpole zu schließen, unter — 40° der hunderttheiligen Scala zu liegen. Es ist kein Grund vorhanden, eine wesentliche Veränderung derselben anzunehmen, und so wird denn diese niedere Temperatur von jeher erkaltend auf den viel wärmeren Erdkörper gewirkt haben, bis endlich der ferneren Erkaltung dadurch Grenzen gesetzt wurden, daß die von der Erde in den Weltraum ausstrahlende Wärme nicht mehr betrug, als die durch die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche erzeugte. Dieser Zustand scheint bereits seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Erschaffung des Menschengeschlechtes, eingetreten zu sein.

Die von außen einwirkende Erkaltung bewirkte, als sie

einen gewissen Grad erreicht hatte, nothwendig die Erstarrung der äußersten, bis dahin heißflüssigen Oberfläche der Erde, und so entstand durch einen der Eisbildung des Wassers entsprechenden Proceß die erste Erstarrungskruste der Erde.

Die Resultate dieser ersten Erstarrung sind entweder theilweise die oben beschriebenen krystallinischen Schiefergesteine, oder es sind dieselben nach ihrer Ueberlagerung mit einer starken Decke von Flötzformationen, durch Wirkung der inneren Hitze unter dieser Bedeckung, wieder umgeschmolzen und folglich als solche gar nicht mehr vorhanden.

Urgebirge, Urgesteine, Primitivgesteine waren früher sehr beliebte Bezeichnungen für die ältesten oder im Gegensatze zu den Secundärgebirgen ursprünglichen Gebilde. Diese Ausdrücke sind bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft kaum noch auf irgend ein Gestein in ihrer vollen Bedeutung mit Sicherheit anzuwenden, wenn man nicht eben die krystallinischen Schiefergesteine zum Theil als erste Erstarrungskruste betrachten will.

Die durch Erstarrung gebildete erste feste Rinde konnte unmöglich sogleich ganz und unzerstört bleiben. Die Bewegungen der darunter befindlichen heißflüssigen Masse, welche, wie ich Ihnen im 18. Briefe gezeigt habe, durch vielerlei Ursachen fortwährend veranlaßt werden mußten, sprengten stets die sich bildende Kruste auf die mannichfaltigste Weise entzwei. Durch die größeren oder kleineren Oeffnungen und Spalten drangen flüssige Massen zur Oberfläche empor, welche in den Spalten selbst oder in darüber ergossenen Anhäufungen als krystallinische Massengesteine erstarrten. Auf diese Weise begann also die Bildung der Eruptivgesteine und dauerte mit durch die zunehmende Verdickung der starren Kruste bedingten beständigen Modificationen fort bis jetzt. Die ersten Zerspaltungen der verhältnißmäßig noch sehr dünnen Kruste waren weit geöffnet, durch sie drangen große Massen mit geringer Energie, und diese erkalteten zwischen den heißen Spaltenwänden und unter einer dichten und warmen Atmosphäre sehr langsam, und deshalb ganz krystallinisch ohne alle Verglasung. Das ist der Charakter der Granitgesteine. In etwas engeren Räumen, und im Allgemeinen wohl auch etwas später, erstarrten die Grünsteine und

Porphyre, dann die Melaphyre und zuletzt die Basalte und Phonolithe, die, in voluminösen Massen langsamer erkaltend, sich als Dolerite und Trachyte ausbildeten und die noch jetzt als Laven hervorgepreßt werden.

Bei der Erstarrung aller dieser Eruptivgebilde zeigen sich gewisse im Kleinen wie im Großen stets wiederkehrende Vorgänge, die mehr oder weniger dem allgemeinsten Verlaufe der Erderstarrung entsprechen und sich ganz im Kleinen fast bei jedem Schmelzprocesse, bei dem sich eine Schlackenkruste bildet, beobachten lassen. Die leichteren, oberen, äußeren Theile der flüssigen Masse erstarren zuerst; in ihnen bilden sich durch Contraction oder Bewegung Spalten, und in diese dringen dann Theile der inneren noch flüssigen, zuweilen specifisch schwereren Masse (Erzgänge) ein, oder sie werden sogar daraus hervorgepreßt. Dieser Vorgang kann sich bei den so ausgepreßten Massen von Neuem wiederholen und auch zu der Bildung von Erstarrungsbreccien Veranlassung geben. Stets zeigen sich dabei die schneller erkalteten Theile derselben Mischung dichter, als die langsamer erkalteten.

Die meisten Eruptivgesteine sind von gewissen accessorischen Bildungen und Erscheinungen begleitet, von dichten, glasigen, blasigen, mandelsteinartigen oder zersetzten Varietäten von Breccien, Conglomeraten, Tuffen, Gangbildungen, Störungen und Veränderungen des Nebengesteins. Die Wirkungen nach außen haben nothwendig Rückwirkungen nach innen zur Folge gehabt; die eversen Metamorphosen, die Umwandlungen des Vorhandenen, haben inverse des Entstehenden bedingt. Dieser Umstand erklärt es vielleicht sogar, warum die Natur der Eruptivgesteine oft in einer constanten Beziehung zu der Natur der von ihnen durchsetzten Gesteine steht, so die gewisser Grünsteine zu der des Thon- und Grauwackenschiefers.

In der Altersreihe der Eruptivbildungen ist eine fortschreitende Entwickelung ganz unverkennbar. Sie ist von der Art, daß sie sich sehr gut durch allmälige Abkühlung des Erdkörpers und dadurch bedingtes Dickerwerden seiner festen Kruste, durch Erstarrung nach innen und durch Ablagerung nach außen erklären läßt. Die ältesten Eruptivgesteine sind im Allgemeinen specifisch leichter, kieselerdereicher und dadurch strengflüssiger

als die neueren, sie treten in größeren Massen auf, sind deshalb und wegen der damals allgemein höheren Temperatur krystallinischer und weniger von blasigen oder glasigen Varietäten begleitet. Die bei ihrer Eruption ungleich dünnere feste Kruste erlaubte leichter weite Spaltöffnungen, ohne bedeutende Gebirgserhebungen nöthig zu machen, und gestattete den etwa gebildeten Dämpfen auf unzähligen Spalten leichtere Auswege als jetzt, wo diese Dämpfe deshalb weit mehr zu den concentrirten vulkanischen Eruptionserscheinungen beitragen.

Die quarzhaltigen Eruptivgesteine und namentlich die Granite, bei denen sich zuweilen nachweisen läßt, daß der Feldspath um etwas früher fest geworden ist, als der Quarz, haben zu dem Einwand Veranlassung gegeben, sie könnten wegen der höchst ungleichen Schmelzbarkeit ihrer Bestandtheile (Quarz, Feldspath und Glimmer) nicht durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangen sein. Es ist das allerdings ein schwieriges Problem. Einige haben es dadurch zu lösen gesucht, daß sie annehmen, alle Bestandtheile seien im flüssigen Zustande ungesondert und deshalb gleich schmelzbar gewesen, dann aber bei einer bestimmten Temperatur alle ziemlich zugleich krystallisirt. Andere (Scheerer) nehmen an, daß die Auflösung nicht blos durch Wärme, sondern zugleich durch Wasser vermittelt gewesen sei.

Nach vielfachem Zertrümmern und Aneinanderkitten der Theile mußte endlich die feste Kruste der Erde doch einen gewissen dauernden Zusammenhang und Halt bekommen, die Zerspaltungen derselben vereinzelten sich mehr, und es entstand eine ruhigere feste Oberfläche, auf welcher sich unter dem außerordentlich starken Drucke der damals noch mit sehr vielerlei Stoffen geschwängerten Atmosphäre Wasser bilden konnte, dessen Temperatur vielleicht den jetzigen Siedepunkt weit überstieg, was unter hohem Drucke bekanntlich möglich ist. Dieses Wasser wirkte durch seine hohe Temperatur um so auflösender und durch die vielfache Bewegung, der es örtlich ausgesetzt war, um so zerstörender auf die vorhandene feste Oberfläche. Es sammelten sich in ihm außer den chemisch darin aufgelösten Salzen, von denen der Gehalt des jetzigen Meeres vielleicht nur als ein schwacher Ueberrest anzusehen ist, viele Theile der äu-

ßersten und ältesten Erstarrungskruste, und diese Theile setzten sich an ruhigeren Orten als älteste Schichtgesteine ab. Diese können später zum Theil wieder umgeschmolzen oder wenigstens metamorphosirt worden sein. Jedenfalls war mit dem Auftreten des Wassers als solchem auf der Erdoberfläche eine der wichtigsten Bedingungen für die Existenz organischer Wesen erfüllt. Sobald es die Temperatur nur irgend erlaubte, begannen sie sich zu entwickeln und das Uebermaß von Kohlenstoff aus der damaligen Atmosphäre in sich aufzunehmen. Spuren von ihnen finden wir beinahe schon in den untersten unveränderten Schichtgesteinen, in der unteren Grauwacke, und die Graphitlager der krystallinischen Schiefer deuten nicht nur deren ursprünglich neptunische Ablagerung und spätere Krystallisation, sondern auch organische Körper in sehr frühen Erdbildungsperioden an.

Wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als wäre dem Naturforscher nichts unerklärbar, wie denn z. B. die uns bekannten Naturgesetze so ziemlich hinreichen, um die Ausbildung der Erde im Allgemeinen unter gewissen vorausgesetzten Umständen zu erklären, so wird man doch immer bei näherer Untersuchung aus dieser süßen Täuschung herausgerissen, denn der erste Anfang und die Ursache aller Dinge, das eigentliche Wesen aller Kräfte, blieben dem menschlichen Verstande stets noch ungelöste Räthsel. Ein solches unlösbares Räthsel, bei dem wir nur an die unerforschliche Macht eines Schöpfers appelliren können, ist eben so, wie der erste Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen. Wir können wohl die äußeren Bedingungen angeben, die unseren Erfahrungen gemäß für das Bestehen der irdischen Organismen erfüllt sein müssen, aber noch nie ist es gelungen, auf dem Wege des Experiments neue Organismen zu erzeugen, oder auch nur die inneren Bedingungen ihrer Entstehung in einem ähnlichen Gesetze auszudrücken, wie z. B. das der Schwere oder das der Lichtbrechung es ist, obwohl auch diese, wie alle sogenannten physikalischen Gesetze, eigentlich nichts über das innerste Wesen der Dinge und Kräfte verrathen, sondern nur bestimmte Ausdrücke für ihre äußeren Erscheinungen sind.

Möge nun der Keim für alle lebenden Wesen von Anfang

an für alle Zeiten in dem Stoffe der Erde ruhen und der Einwirkung gewisser Umstände harren, so daß mit den gegebenen Bedingungen immer auch die entsprechenden organischen Formen sich entwickelten, oder möge für jedes neue Geschöpf die unerforschliche Urkraft von Neuem thätig sein, so ist doch so viel gewiß, daß wir für den Hauch des organischen und geistigen Lebens, wie für die Wirkung aller anderen Naturkräfte und Stoffe, eine erste Ursache annehmen müssen, die wir nicht weiter zerlegen können, eine Ursache, die außerhalb der Sphäre unseres Erkennens liegt und die wir je nach Religion oder Sprache Allah, Jehova, Gott, Schöpfer oder Urkraft nennen. — Genug, es entstanden Organismen, angemessen jener hohen Temperatur, jener dichten Atmosphäre, welche beide auf der Erde damals noch alle klimatischen Unterschiede unbemerkbar machten. Korallen und Meerlilien (Crinoiden) bauten von Pol zu Pol ihre kalkigen Gehäuse vom Boden des Meeres auf; Orthoceren, die riesigen Repräsentanten unserer Tintenfische, schwere Schalen von 2—3 Fuß Länge mit sich schleppend, und andere dem Nautilus ähnliche gewundene Cephalopoden (Goniatiten, Clymenien und Nautiliten) belebten die Oberfläche des Oceans oder suchten in den Tiefen desselben ihre Nahrung, die aus allerhand Muscheln bestand, deren Formen längst aus dem Reiche der lebenden Wesen verschwunden sind. Zu ihnen gesellten sich schon in dieser Zeit einzelne Fische und in größerer Menge jene wunderbaren krebsartigen Thiere, welche man, weil sie aus drei Haupttheilen bestehen, Trilobiten genannt hat. Diese mit sehr zusammengesetzten Augen versehenen Thiere setzen schon ähnliche Lichtwirkungen auf der Erde voraus, als jetzt stattfinden. Die Existenz derselben war aber verhältnißmäßig nur von kurzer Dauer; sie sind, wie die Orthoceratiten und Goniatiten, fast nur auf die Zeit der Grauwackenbildung beschränkt, während dagegen z. B. der Gattungstypus der Nautiliten und Terebrateln alle späteren Epochen durchlebt hat und noch jetzt nicht gänzlich ausgestorben ist. Kryptogamische Gewächse, welche heut zu Tage und in unserem Klima nur am Boden kriechen und auch unter der tropischen Sonne nur selten noch sich zur Baumform erheben, ragten zur Grauwackenzeit in kolossaler Gestalt einzeln an den Ufern und aus

den Sümpfen empor (Calamiten und Lepidodendra), und kleine Farrenkräuter wucherten zwischen ihnen.

Schon die ersten Thiere und Pflanzen der Erde lassen sich somit in unsere jetzigen Hauptklassen einreihen, obwohl die Formen derselben gänzlich von den heutigen abweichen. Ihre Verbreitung scheint eine sehr allgemeine gewesen zu sein, denn alle die als besonders charakteristisch für die Grauwackenepoche bezeichneten Familien und Gattungen finden sich in allen Welttheilen, wo überhaupt Ablagerungen aus der Grauwackenzeit aufgefunden worden sind. Dies ist wahrscheinlich eine Folge des Mangels klimatischer Unterschiede und der allgemein hohen Temperatur, welche mehr von der Erde als von der Sonne ausging.

Es muß nothwendig auffallen, daß in diesen ersten Gebilden Reste von auf der Stufenleiter der Organisation ziemlich tief stehenden Geschöpfen gefunden werden, während in späteren Zeiten nach und nach immer höhere auftreten und erst zuletzt der Mensch. Schon Moses scheint diese Thatsache geahnt zu haben, indem er in seiner Genesis die Schöpfung des Unorganischen von unten nach oben vorschreiten läßt, mögen ihn nun Naturbeobachtungen oder allgemeine philosophische Gründe dazu veranlaßt haben. Jedenfalls ist dieser Verlauf der Schöpfung eine sehr weise Einrichtung oder vielmehr ein nothwendiges Naturgesetz. Denn frei auf dem Lande lebende Thiere, besonders warmblütige und solche mit höherer geistiger Organisation, hätten in so kohlenstoffreicher und sauerstoffarmer Atmosphäre, auf so bewegtem, oft außerordentlich gewaltsam erschüttertem Boden, wie das damalige wenige Fest- und Inselland darbieten konnte, unmöglich athmen und glücklich gedeihen können. Ich sage: das damalige wenige Land, denn in der That wird es im Verhältniß gegen jetzt nur eine sehr untergeordnete Fläche eingenommen haben, weil überhaupt alle Niveauunterschiede geringer, folglich die Meere weniger tief, aber ausgebreiteter, die Berge weniger hoch, aber zusammenhängender, nicht so von Thälern durchschnitten sein mußten. Denn die Durchbrüche der noch dünnen Kruste erforderten weniger Kraftaufwand und hatten weniger merkbare Folgen als später die einer dickeren.

Die Oberfläche der Erde hatte sich hierauf mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden größere Flächen erhoben, auf denen eine reiche kryptogamische Vegetation sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmäßige hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der kohlenstoffreichen Atmosphäre. Noch ragten aber keine eigentlichen Berge zu großen Gebirgen empor, und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen größeren und kleineren Inseln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mit gehoben waren und keinen Abfluß fanden. Dies Alles wirkte auf eine eigenthümliche üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüßten, oder allmälig verdunstenden Landseen sich unermeßliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Sigillarien, deren Wurzeln, die Stigmarien, auf Torfgrund deuten, Lycopodien, Schafthalmen und Farrenkräutern trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmungen des Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in diese Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten sich über dem Torf ab, und in dem zurückgebliebenen verdunstenden Wasser begann die Vegetation auf's Neue. Durch öftere Wiederholung solcher Vorgänge erklären sich alle die oft sehr zahlreich über einander gehäuften Kohlenlager, deren Gesammtheit gewöhnlich beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf. Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammengeschwemmten Pflanzentheilen, in Meerbusen, durch bedeckte Fucus-

bänke, oder durch bloße Bedeckung dichter Waldſtrecken entſtanden ſein.

Auf ähnliche Weiſe erklären ſich auch die Kohlenablagerungen, welche zuweilen ſchon in der Grauwackengruppe vorkommen. Wie aber die Steinkohlen durch die längere Zeit ihres Beſtehens ſich von den Braunkohlen und dieſe vom Torf unterſchieden haben, ſo ungefähr unterſcheiden ſich die Anthracitlager der Grauwackengruppe von den Steinkohlen, d. h. je älter die Kohlen ſind, oder je mehr plutoniſchen Einwirkungen ausgeſetzt, deſto mehr haben ſie an Bitumen verloren.

Die Kohlenbildung war aber ſicher immer nur eine locale, und ihr werden der Zeit nach ſtets in anderen Erdtheilen erfolgte Meeresablagerungen entſprechen.

Das Rothliegende, wie es ſich in Deutſchland gewöhnlich entwickelt zeigt, iſt höchſt wahrſcheinlich vorzugsweiſe durch Eruptionen von vielerlei Porphyren bedingt. Dafür ſpricht ſchon ſeine gewöhnlichſte Verbreitung an den Rändern oder im Innern porphyriſcher Gebirge, oder wenigſtens in ihrer Nähe. Die mächtigen und ausgedehnten Conglomeratſchichten deſſelben ſetzen offenbar große vorgängige Zerſtörungen voraus, und gewiſſe ihm zugehörige Thonſteine verhalten ſich zu den Porphyren ganz ähnlich wie Traß oder Baſalttuff zu den Baſalten, wie Moja oder Peperin zu den Laven der Vulkane. Da jedoch die Conglomerate des Rothliegenden faſt ſtets auch viele Porphyrgeſchiebe einſchließen, ſo geht daraus hervor, daß ihre Ablagerung erſt nach dem Culminationspunkte der porphyriſchen Eruptionen erfolgt ſein wird, welche eben das Material dazu vorbereiteten. Das Rothliegende umſchließt mehrfach Pflanzenreſte, welche denen der Steinkohlenzeit ziemlich entſprechen, ſich aber von ihnen häufig dadurch unterſcheiden, daß nicht die äußere Structur als Abdruck, ſondern die innere durch Verkieſelung erhalten iſt (Holzſteine, Staarſteine).

Der Kupferſchiefer iſt nur ein locales Glied der Flötzreihe, auf das nördliche und weſtliche Deutſchland beſchränkt, welche Landſtriche während ſeiner Bildungsepoche einen großen, gegen England geöffneten Meerbuſen gebildet zu haben ſcheinen. Zu derſelben Zeit und ſchon während der Bildung unſeres Rothliegenden ſind in Rußland Schichten vom Meere abgelagert

worden, welche man jetzt mit der Benennung „Permisches System" zu bezeichnen pflegt. Es wird aber nöthig sein, im Verfolg unserer geologischen Betrachtungen immer mehr solche Localgebilde des mittleren Europa's zu berücksichtigen und somit von der Geschichte der allgemeinen Erdausbildung auf die eines großen Landstriches überzugehen, theils weil noch nicht genug Beobachtungen der Flötzgebirge in anderen Welttheilen vorliegen, theils und ganz besonders aber auch, weil mit der größeren Mannichfaltigkeit der Gestaltung und Zusammensetzung der Erdoberfläche auch eine immer größere Mannichfaltigkeit der Flötzablagerungen der einzelnen Gegenden entstanden ist, die sich nun nicht füglich alle gleichzeitig in die Darstellung ziehen lassen. Die Natur und Reihenfolge der Massengesteine, von überall in ähnlicher Weise sich verändernden Umständen abhängig, bleibt sich über die ganze Erdoberfläche, wie es scheint, viel mehr gleich, als die Natur der Flötzablagerungen, welche um so mannichfaltiger wurden, je mancherlei zu zerstörendes und wieder abzulagerndes Material schon vorhanden war, und je unebener die Erdoberfläche wurde.

Der Kupferschiefer als unterstes und somit ältestes Glied der Zechsteinformation scheint seinen Metallgehalt metallischen Dämpfen oder Quellen zu verdanken, welche zu dieser Zeit als Nachwirkung porphyrischer Eruptionen emportraten. Er ist gewöhnlich in der Nähe der Porphyre am metallreichsten, und die zahlreichen Fische, welche er einschließt, deuten nicht nur durch ihre häufige Krümmung einen plötzlichen Tod — etwa durch Vergiftung — an, sondern sie können auch wirklich nicht in einem Meere gelebt haben, welches von Haus aus so viel Kupferlösung enthalten hätte, als nöthig war, um den Kupferschiefer niederzuschlagen.

Eben so dürften die localen Gyps-, Salz- und Spatheisensteinstöcke, welche die Zechsteinformation besonders am Thüringer Walde charakterisiren, durch Nachwirkungen benachbarter Eruptionen bedingt sein, indem dadurch ein Theil ihrer Bestandtheile, oder ihr Fällungsmittel aus dem Erdinnern emporgepreßt ward.

Auf den Zechstein folgte in Deutschland und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäßige Reihenfolge kalkiger, merge-

liger, thoniger und ſandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzuſehen ſind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinſalz enthalten, während in England dieſe ſehr zuſammengeſetzte Reihe faſt nur durch eine einförmige, meiſt rothe Sandſteinablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns ſo auffallend hervortretende Glied, der Muſchelkalk, gänzlich fehlt.

Die geringmächtigen Kohlenlager, z. B. die Lettenkohle, in dieſer der Triasgruppe, ſetzen trotz ihrer ausgedehnten Verbreitung über Schwaben und Thüringen nicht unbedingt eine Erhebung über das Meeresniveau voraus; ſie können füglich durch beſondere Begünſtigung einer Fucoidenvegetation oder durch Einſchwemmen von den benachbarten Küſten her, auf dem Meeresboden entſtanden ſein.

Für keine dieſer jüngeren Flötzgebirgszeiten iſt aber eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend eines Flötzgebirges in irgend einer Gegend iſt vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, daß zu dieſer Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umſtande nur zuweilen deutliche Beweiſe als Verſteinerungen von Landgeſchöpfen durch ſpätere Meeresbedeckungen erhalten worden ſind.

Die organiſchen Reſte der Flötzreihe vom Zechſtein bis zum Keuper gehören größtentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Cruſtaceen und Fiſchen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier, deren erſte Spuren als Fußeindrücke (Fährten) allerdings ſchon in der Kohlenformation gefunden worden ſind und ſogar ſehr vereinzelte Spuren von Vögeln, welche letztere beiden, während der Ebbezeit die Meeresküſten entlang laufend, im angeſpülten Thon und Sand, auch in dieſen Schichten Fußſpuren hinterlaſſen haben.

Unter den Cephalopoden zeichnet ſich wieder ein Genus in dieſer Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es ſind dies die auf den Muſchelkalk beſchränkten Ceratiten, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration. Terebrateln, Myaphorien und Aviculen haben zu gleicher Zeit familienweiſe dicht gedrängt beiſammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen feh-

len dem Muschelkalk die Bewohner des flachen klippigen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert, die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die immer noch ungewöhnlich großen Schafthalme haben zum Theil schon Blattscheiden, welche den Calamiten gefehlt zu haben scheinen. Außerdem treten Cycadeen hinzu, und eine eigenthümliche Coniferengattung (Voltzia) repräsentirt die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe Deutschlands läßt auf ein allmäliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schließen, so nämlich, daß dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelösteften, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des großen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen England, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche Art der Gesteinbildung jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschließen.

Ein ruhiges Meer bedeckte einen großen Theil des mittleren Europa, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen Rheinlande, Böhmen, Schlesien und Mähren, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünn geschichtete kalkige Niederschläge, und an den Rändern, besonders an denen der Inselgebiete, bauten fleißige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in Deutschland, Frankreich und England Lias und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk nach L. v. Buch's geistreicher Darstellung einen Theil der Küsten des Jurameers deutlich bezeichnet, über welche hinaus auch die früher abgelagerten Liasgebilde kaum noch gefunden werden.

Auch in dieser Gruppe sind Dolomite vorhanden, welche nächst denen des Muschelkalkes ganz besonders zu den Betrachtungen über die Dolomitentstehung Veranlassung gegeben haben, und welche der Annahme von Dampfeinströmungen in den noch weichen Niederschlag durchaus nicht widersprechen, besonders da die vielen Fische und schwimmenden Thiere in dem zunächst darüber liegenden Soolenhofener Kalkschiefer ein plötzliches, vielleicht durch solche Dämpfe veranlaßtes Sterben andeuten.

Die deutschen und französischen Juragebilde enthalten wesentlich nur Reste von Meeresbewohnern, welche aber größtentheils von den heute lebenden immer noch sehr abweichen. Es sind Korallen, Radiarien, Mollusken, Crustaceen, Fische und Saurier in Menge. Unter den Radiarien treten hier fast zum ersten Male die Seeigel (Echiniten) auf, welche bis zur Jetztwelt fortdauern. Unter den Mollusken herrschen die Cephalopoden vor; Ammoniten und Belemniten finden sich in großer Menge und Mannichfaltigkeit, beide wunderbare Thierformen mit der Juragruppe beginnend und mit der Kreide schon wieder verlöschend; denn die Jetztwelt hat keine Analoga aufzuweisen, sondern nur entfernt ähnliche, z. B. den seltenen Nautilus, der durch seine emporgestreckten Fangarme zu fabelhaften Sagen Veranlassung gegeben hat, und die Sepien. Zu ganz besonderer Entwickelung gelangte in dieser Periode die große Familie der Saurier; sie müssen zu dieser Zeit in der Gegend des jetzigen Europa nach Zahl und Art der Individuen weit verbreiteter gewesen sein, als zu irgend einer anderen Zeit in irgend einer Gegend. Die merkwürdigsten der hierher gehörigen Thiere sind unstreitig die Pterodaktylen, geflügelte Eidechsen, welche lebhaft an die Drachen der Mythe erinnern. Ihre Reste bezeichnen besonders den Soolenhofener Schiefer, der überhaupt mehr geflügelte Thiere enthält als irgend ein älteres Gebilde, außer den Pterodaktylen nämlich mehre Libellen und Käfer.

Von Säugethieren hat man in der Juragruppe die ersten, aber sehr vereinzelten Spuren gefunden, nämlich Kinnladen und andere Reste von Didelphis. Nur Plininger berichtet von einem noch älteren Säugethierrest im würtembergischen Keuper.

In England enthalten die Gebilde der Juragruppe auch

Landpflanzen, namentlich noch aufrecht stehende Stämme von Zamien, Reste von Pterophyllum und anderen Pflanzen, welche denen der deutschen Keuperformation zum Theil sehr nahe stehen.

An die Juragruppe schließt sich die Kreidegruppe sehr eng an; beide sind örtlich nur durch Spuren einer Land- oder Sumpfvegetation von einander getrennt, welche zu den Waldgebilden, dem englischen Wealden, Veranlassung gegeben hat. In Sachsen, Westphalen und England finden wir die Ueberreste einer solchen Vegetationsepoche; es wird jedoch dadurch nur ein Küstenstrich oder ein Inselzug bezeichnet, während anderwärts ununterbrochen meerische Ablagerungen als Neocomienschichten erfolgten. Die Pflanzen dieser Zeit nähern sich immer mehr denen der Jetztwelt; es sind zwar noch viele dem gegenwärtigen Klima ihrer Fundorte ganz fremde Formen darunter, aber die große Zahl der Dikotyledonenblätter, welche in diesen Schichten fast zuerst auftreten, unterscheidet die Kreideflora doch schon außerordentlich von der Steinkohlen-, Trias- und Juraflora. In England sind es vorzüglich Sumpfgewächse, welche die Waldschichten bezeichnen und welche mit zahlreichen Süßwassermuscheln und Sauriern zusammen vorkommen. In Deutschland scheint die eigentliche Landvegetation auch später, nach erfolgter Senkung der jetzigen Kreidegegenden, an den Küsten des Quadersandsteinmeeres noch fortgedauert zu haben; deshalb finden sich einzelne, vom Winde fortgewehte Blätter auch noch im eigentlichen Quadersandstein zwischen den Meeresmuscheln.

In der Kreideperiode kommen mehre Gruppen während der Jurazeit oder schon früher entwickelter organischer Formen zum gänzlichen Erlöschen, so die Belemniten, Ammoniten und Crinoideen. Andere erreichen wenigstens hier das letzte Stadium ihrer Culmination, z. B. die Terebrateln, Echiniten und Saurier. Zu den neu beginnenden, aber auch sogleich wieder erlöschenden Gattungen gehören außer den Hippuriten als sehr bezeichnend für die Kreide die Baculiten, Hamiten, Scaphiten und Turriliten, wahre Verkrüppelungen der Ammonitenform, welche, wie es scheint, durch ihre Umformung vergeblich versucht hat, sich den neuen Verhältnissen zu acclimatisiren. Uebrigens wimmeln Quadersandstein und Kreide von zweischaligen

Meermuscheln, worunter die Gattungen Pecten, Inoceramus, Exogyra, Ostrea und Pinna Hauptrollen spielen, die Kreide selbst besteht fast nur aus mikroskopischen Kalkschalen kleiner Zoophyten. Das Meer scheint tief und sehr bevölkert gewesen zu sein.

Mit der Kreide schließt offenbar ein sehr wichtiger Abschnitt der Geologie; die Ablagerungen werden localer; die Eruptionen nähern sich mehr den echt vulkanischen, die Oberflächenformen gestalten sich mannichfaltiger, höhere Gebirge treten hervor, unter den Organismen begegnen wir den ersten noch lebenden Formen, während alle älteren Arten ohne Ausnahme ausgestorben sind, und die bis dahin nur durch unsichere Spuren angedeuteten Säugethiere fangen an, eine Hauptrolle zu spielen. Diesen wichtigen Abschnitt haben auch alle Systematiker gefühlt und deshalb die sogenannten Tertiärformationen oder Molassegebilde von den früheren schärfer gesondert als diese und jene unter sich.

Das unterste Glied der Molassegruppe ist in Deutschland oft ein sehr fester Sandstein mit Pflanzenresten, welcher seine große Festigkeit zum Theil einer wahren Silicatbildung zu verdanken scheint. Darüber folgen Braunkohlenlager, wechselnd mit blätterhaltigen Thon-, Schieferthon- und Mergelschichten. Dies Alles deutet auf eine ausgedehnte Festlandvegetation hin. Mitteleuropa war durch ein von Buchten zerschnittenes Festland vertreten, dessen Oberfläche vielfach von Sumpf und Wald bedeckt wurde. So bereitete sich das Material für die Braunkohlen, welche nur selten einen ähnlichen vielfachen Wechsel von Kohle, Sandstein und Schieferthon darbieten, wie die Steinkohlen, d. h. ihre Entstehung war weniger von Ueberfluthungen oder Senkungen und Hebungen unterbrochen. Uebrigens entstanden die Braunkohlen, wie die Steinkohlen, theils aus Torf, theils aus bedeckten Wäldern, theils aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen und nicht alle genau in derselben Zeit. Ihre Pflanzen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der älteren Zeit; sie stehen der jetzigen Schöpfung noch näher als die der Waldformation. Da sind keine baumförmigen Farren, Lycopodien und Schafthalme mehr zu finden, wohl aber eine große Menge Reste von dikotyledonen Bäumen, von

Coniferen und einzelnen Palmen, welche letztere immer noch ein wärmeres Klima für das damalige Deutschland andeuten, als das jetzige besitzt, wenn auch bei Weitem nicht ein so warmes und so gleichmäßiges als zur Zeit der Steinkohlenbildung. In den Buchten der angrenzenden Meere hatten zu gleicher Zeit, oder etwas später, muschelreiche Ablagerungen begonnen, welche im westlichen Deutschland und in Frankreich den Grobkalk, wie in England den Londonthon, lieferten und auch über niedersinkende Braunkohlenstriche fortsetzten, während sie stellenweise durch einmündende Flüsse mit Land- und Süßwasserproducten versehen wurden. Es würde gegen den hier vorliegenden Zweck sein, alle die bereits bekannten Localgebilde dieser Zeitepoche einzeln zu verfolgen. Genug, das Centrum Europa's war während der Molassepeiode ein mit reicher Vegetation bedecktes, vielfach sumpfiges und von großen Meeresbuchten durchschnittenes Land, auf welchem mächtige Torflager sich entwickelten. In einzelnen Becken des Landes entstanden gleichzeitig und mehr noch gegen Ende der Periode, wo auch schon einige der neuen Meeresschichten an die Oberfläche gehoben worden waren, Süßwasser-, Kiesel- und Kalksteinbildungen, sowie Infusorienschichten, alle mit Ueberresten von vielerlei Süßwassergeschöpfen. Das System der Flüsse und Landgewässer scheint sich überhaupt erst in und nach der Molasseepoche recht entwickelt zu haben.

Auffallend ist es, daß die Gegenden, wo Molassegebilde herrschen, häufig durch flache Einsenkungen der Oberfläche bezeichnet sind, was seinen Grund theils in der Weichheit der Gesteinsbildungen, ganz besonders aber in dem Umstand haben wird, daß diese Ablagerungen meist nicht mehr von späteren Hebungen betroffen worden sind; wo Letzteres der Fall war, da fehlt auch die Beckenform, wie am Nordrande der Alpen.

Die Meeres- und Süßwassermuscheln dieser Periode gehören großentheils lebenden Gattungen, und einige sogar lebenden Arten an. Die abenteuerlichen Formen der Ammoniten, Belemniten, Hippuriten, Encriniten u. s. w. sind, wie erwähnt, gänzlich verschwunden; dagegen treffen wir unter den Säugethieren auf riesenhafte Gestalten, welche zum Theil von denen der lebenden Schöpfung außerordentlich abweichen, so nament-

lich die Dinotherien mit ihren hakenförmig nach unten gebogenen Stoßzähnen der unteren Kinnlade und die Missourien. Außerdem deuten die Knochen anderer großer Pflanzenfresser aus der Familie der Dickhäuter (Mammuths, Elephanten, Tapire, Rhinocerosse u. s. w.), welche in Heerden zusammengelebt zu haben scheinen, auf eine besonders üppige, wenn auch nicht tropische Vegetation hin, und diese Heerden haben sich bis zur Diluvialperiode hin immer noch vermehrt, bis endlich ein gewaltsames Ereigniß, oder viele kurz auf einander folgende sie vernichtet und die Hauptzüge Europa's so hinterlassen hat, wie wir sie jetzt erblicken. Auch das unter dem Namen Hydrarchos sehr bekannt gewordene riesige Meeresthier, ein wallfischartiges Säugethier, hat in dieser Periode gelebt.

Durch die basaltischen Hebungen, durch Landgewässer und atmosphärische Einwirkungen waren große Vorräthe lockeren Materials aufgehäuft worden; das Verwitterbare hatte sich in Thon und Lehm verwandelt, das Festere in Kies und Sand. Da senkte sich die Gegend des jetzigen Europa nochmals unter das Meeresniveau, so daß nur die Gebirge insulariſch hervorragten, oder es wurde, wie Andere meinen, das nordische Polarmeer durch Erhebung seines Bodens oder durch Aenderung der Ekliptik weithin über das Land gedrängt, als petridelaunische Fluth. Die Fluthen breiteten die vorgefundenen lockeren Hauswerke über alle ebenen Gegenden aus und füllten selbst die Spalten und Höhlen der ihnen zugänglichen niederen Gebirge damit an. Zugleich fanden dabei viele, zum Theil sehr große Säugethiere, welche damals diese Gegenden reichlich bewohnten, Mammuths, Tapire, Ochsen, Pferde, Hirsche, Bäre, Dachse, Löwen, Tiger, Hyänen u. s. w., ihr Grab, deren Knochen nun im Löß und in dem Schlamm der Höhlen begraben liegen.

Sie fragen: wie kamen alle die vielerlei Thierknochen in die Knochenhöhlen zusammen, in welchen wir sie jetzt finden? — Sie werden wohl auf verschiedene Art dahin gekommen sein; einige Thiere wohnten und starben darin, wie ihre zugleich daselbst gefundenen Excremente beweisen, andere wurden von Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen, was man an den angenagten Knochen erkennt, ein großer Theil aber wurde erst

durch die Diluvialfluthen hineingespült, wobei zugleich alle schon darin vorhandenen mit Schlamm überdeckt wurden.

Unerklärt ist bis jetzt die plötzliche Temperaturabnahme, welche mit der Diluvialzeit eingetreten zu sein scheint. Kurz vor ihr lebten im nördlichen Europa noch tropische Pflanzen und Mammuthheerden, gleich darauf aber beginnen überall Eisspuren, und selbst jene organischen Geschöpfe sind zum Theil in Eisschichten bis jetzt unverwest erhalten worden.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Lößformation fällt nun jener merkwürdige Transport großer Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu so vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat, über welche ich Ihnen im 25. Briefe Näheres mittheilen werde. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche Deutschland in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus Scandinavien unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch Deutschland bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches häufig beobachtet. Für die sogenannten Asar (Schutthügel) Scandinaviens, welche von tiefen Rillen, Riefen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise nicht ganz sich den Umständen anpassen; sie mahnen, wie noch kürzlich Scheerer in Poggendorf's Annalen gezeigt hat, mehr an eine Geröllfluth, etwa durch Scandinaviens Erhebung aus dem Meere bedingt.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlaßten Ablagerungen kaum Spuren der Entwickelung eines untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen organischen Reste bestehen vielmehr fast nur aus Land- und Süßwassergeschöpfen, während doch die mechanische Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch plutonische oder vulkanische Kräfte Europa in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, welches, im Abströmen allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinzügen folgend, die Thäler und Buchten ausfurchte, welche

noch jetzt den meiſten und größten Gewäſſern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüſſen, die bei ihrer gegenwärtigen Größe niemals im Stande geweſen ſein würden, ſo mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf ein Mal konnte das ganze Feſtland abtrocknen; viele abgeſonderte Waſſerbecken waren mit erhoben worden, die ſich nur nach und nach in Süßwaſſerſeen verwandelten und dann zum Theil durch ſpätere Durchbrüche allmälig entleerten (der böhmiſche Keſſel z. B. durch das Elbthal, der Rheingau durch den Rheinſtrom bei Bingen), zum Theil aber noch jetzt als Landſeen mit ſüßem Waſſer gefüllt ſind.

Kleinere Waſſerbecken der Art mögen im Laufe ſehr vieler Thäler zurückgeblieben ſein und erſt ſpäter ſich entleert, oder mit allerhand Bodenſätzen gefüllt haben, wodurch denn die Spuren außerordentlich hoher Waſſerſtände an den Gehängen mancher Thäler erklärlich werden.

Durch alle dieſe Vorgänge hatte ſich das Feſtland der alten Welt zum ſchönen und zweckmäßigen Wohnplatze des Menſchen vorbereitet, der es bald nach dieſer Zeit betreten zu haben ſcheint; wenigſtens iſt, wie erwähnt, noch keine Spur menſchlichen Daſeins mit diluviſchen Producten in der Weiſe zuſammen gefunden worden, daß man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Exiſtenz des Menſchengeſchlechtes mit Beſtimmtheit anzunehmen. Auch würde ſein Daſein in jenen früheren Zeiten ein ſehr unglückliches, der täglichen Zerſtörung durch Naturereigniſſe und einer beſtändigen verzweifelten Furcht vor ihnen preisgegebenes geweſen ſein.

Dreiundzwanzigster Brief.

Bildung der Gesteine.

„Die vierfachen Gesteinbildungen, welche noch gegenwärtig fortschreiten, durch Erguß vulkanischer Massen auf früher erhärtete Gesteine, durch mechanische Abscheidung oder chemische Niederschläge aus den mit Kohlensäure geschwängerten tropfbaren Flüssigkeiten, endlich durch Verkittung zertrümmerter, oft ganz ungleichartiger Felsarten; sind Erscheinungen und Bildungsprocesse, die gleichsam nur als ein schwacher Abglanz von dem zu betrachten sein möchten, was bei intensiverer Thätigkeit des Erdenlebens in dem chaotischen Zustande der Urwelt, unter ganz anderen Bedingungen des Druckes und einer erhöhten Temperatur, sowohl der ganzen Erdrinde, als des mit Dämpfen überfüllten und weit ausgedehnteren Luftkreises, geschehen ist.“

v. H.

Sie werden aus den vorigen Briefen hinreichend ersehen haben, daß die Gesteine und die aus ihnen bestehende feste Erdkruste weder auf einmal, noch auf einerlei Weise entstanden, vielmehr beide als Resultate fortdauernder Bildungen und Umbildungen innerhalb eines ganz unermeßlichen Zeitraumes anzusehen sind. Dabei war die Mannichfaltigkeit der Vorgänge in dem größeren Theile dieses Zeitraumes eine ziemlich eben so große als jetzt, wenn auch eine nach und nach immer größer werdende. Nur in den ersten Stadien der Erdentwickelung können die Vorgänge weit einfachere gewesen sein. Seitdem die Gegensätze: fest, flüssig und luftförmig vorhanden sind, mußten auch die Bildungsvorgänge mindestens ähnliche sein, wie noch jetzt. Die Geologen haben lange Zeit zum großen Nachtheile ihrer Forschungsresultate angenommen, in der präadamitischen Welt sei Alles ganz anders gewesen und geschehen, als jetzt. Sie verschmähten es, die Gegenwart als unmittelbare Fortsetzung der Vergangenheit zu betrachten, und ließen vielmehr ihrer Phantasie alle Zügel schießen, um sich abentheuerliche Erdbildungshypothesen auszudenken, die kaum eine andere Grundlage hatten, als eben ihre Phantasie. Der berühmte englische Geolog C. Lyell hat zuerst diesen maßlosen Phantasien ein Ziel gesetzt, indem er zeigte, daß die Vorgänge der Gegenwart ausreichen,

um das zu erklären, was zur Zeit in der Geologie überhaupt erklärbar ist. Lyell ist wohl etwas zu weit gegangen, wenn er behauptet, auch das Maß der geologischen Vorgänge sei von jeher dasselbe gewesen, und eine Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers sei in der Natur überhaupt nicht nachweisbar, sondern nur eine beständige, stets gleichmäßige Umbildung seiner Oberfläche. Kann ich ihm (mit vielen Anderen) hierin nicht beistimmen, da mir vielmehr aus unzähligen einzelnen Umständen eine Entwickelungsgeschichte deutlich nachweisbar erscheint, in der Art, wie ich Ihnen im vorigen Briefe darzulegen versuchte, so muß ich doch mit ihm vollkommen anerkennen, daß die gegenwärtigen geologischen Vorgänge durchaus nur Fortsetzungen der vergangenen sind, so daß man aus jenen unmittelbar auf diese zu schließen berechtigt ist.

Den meisten älteren Geologen kann man ferner den Vorwurf der Einseitigkeit machen, der allerdings mehr ihre Zeit, als ihre Person trifft. Wenn die Einen vorzugsweise Gesteinsbildungen durch Wasser vor Augen hatten und diese untersuchten, so meinten sie in Folge davon, alle Gesteine müßten so gebildet, alle auf dieselbe Weise von Wasser abgelagert sein, die sie gerade zu beobachten Gelegenheit hatten. Diese rein neptunischen Ansichten fanden ihren berühmtesten und scharfsinnigsten Vertreter in Werner, der unfehlbar den ersten Grund zu einer wissenschaftlichen Ausbildung der Geologie gelegt hat. Andere dagegen, in vulkanischen Gegenden aufgewachsen, sahen täglich die mächtigen und unverkennbaren Wirkungen vulkanischer Thätigkeit vor Augen, und glaubten in Folge davon, als consequente Vulkanisten, annehmen zu müssen, die Gesteine und überhaupt die feste Erdkruste seien der Hauptsache nach nur durch vulkanische Thätigkeit entstanden. Hierzu sind noch die Plutonisten zu nennen, deren Lehre wesentlich von Hutton ausging. Aber das Wort plutonisch hat eine doppelte Bedeutung gewonnen: einmal bezeichnet man damit die Producte, welche einer vorhistorischen vulkanischen Thätigkeit angehören, dann aber auch diejenigen, von denen man voraussetzt, daß sie in den Tiefen der Erde, unserer Beobachtung unzugänglich, auf vulkanische Weise gebildet sind oder noch gebildet werden. In diesem letzteren Sinne unterscheidet namentlich Lyell plutonische

und vulkanische Gesteine, indem er annimmt, daß auch die ersteren, zu welchen er Granite, Syenite, Porphyre u. s. w. rechnet, in den Tiefen der Erde noch fortwährend entstehen, während Alles, was durch vulkanische Thätigkeit im heißflüssigen Zustande bis an die Oberfläche emporgepreßt wird, hier als Lava erstarrt und von jeher als solche erstarrt ist. Er unterscheidet überhaupt folgende Gesteinsbildungsarten:

1) Die neptunische, durch Ablagerung aus Wasser.

2) Die metamorphische, durch plutonische (in der Tiefe und hauptsächlich durch Wärme erfolgende) Einwirkung auf neptunische Bildungen. Dadurch entstanden und entstehen noch jetzt nach ihm z. B. die krystallinischen Schiefergesteine.

3) Die plutonische, durch Erstarrung von heißflüssigen Gesteinsverbindungen im Innern der Erde, zwischen oder unter schon vorhandenen Gesteinen, welche dabei eben gewöhnlich umgewandelt — metamorphosirt — werden. Die plutonisch gebildeten Gesteine sind wie die metamorphischen der Beobachtung nicht bei ihrer Bildung, sondern nur dann zugänglich, wenn sie durch spätere Erhebung, in schon fertigem Zustande, theilweise an die Oberfläche gelangten, was in der Regel nur in Gebirgen geschehen ist. Darum finden wir die Granite, Porphyre, Grünsteine, Gneiße und Glimmerschiefer in der Regel nur in Gebirgen.

4) Die vulkanische, durch Erstarrung heißflüssig ausgepreßter Gesteinsmassen an der Erdoberfläche, als Laven. Die Laven sind durchschnittlich weniger krystallinisch, öfter glas- oder schlackenartig, als die unter 3 aufgezählten Gesteine, und diese Unterschiede erklärt Lyell durch ihre schnellere Erkaltung unter geringerem Druck.

Lassen Sie mich an diese vier von Lyell behaupteten Gesteinsbildungsweisen, die mit den im Kosmos aufgestellten nicht genau übereinstimmen, und von denen zwei ihrer Natur nach nur vermuthete, nicht beobachtete sind, sogleich noch einige weitere Betrachtungen anknüpfen.

Wo irgend ein Lavastrom sich aus einem Vulkane ergießt, da können Sie sehen, wie durch Erstarrung oder Krystallisation der heißflüssigen Masse ein Gestein entsteht, welches je nach seiner Zusammensetzung und der relativen Schnelligkeit seiner

Erkaltung eine durchaus krystallinische (granitartige), porphyrartige, dichte, blasige oder glasige Textur zeigt. Diese so vor unseren Augen entstehenden Gesteine ähneln nach Textur und Zusammensetzung in der That außerordentlich denjenigen krystallinischen Massengesteinen, welche man bis jetzt noch nie entstehen sah, den Graniten, Porphyren, Grünsteinen u. s. w. Die Unterschiede dieser letzteren bestehen in der That nur in dem meist etwas größeren Kieselsäuregehalte, der oft als Quarz auskrystallisirt ist, in der stärkeren Krystallisation, geringeren Verglasung oder Schlackenbildung, und in der Form des Auftretens, der Verbreitungs- und Lagerungsweise. Sie bilden nämlich keine aus Kratern geflossene Lavaströme, sondern sie füllen mehr oder weniger mächtige, und oft sehr unregelmäßige Zerspaltungen in offenbar vor ihnen vorhandenen und schon festen Gesteinen aus, in denen sie häufig an ihren Grenzen unverkennbare Aenderungen des ursprünglichen Zustandes derselben hervorgerufen haben, und zwar sowohl mechanische als chemische Aenderungen. Diese kleinen Unterschiede der älteren oder plutonischen Massengesteine von den jüngeren echt vulkanischen sind es nun eben, welche Lyell veranlaßt haben, sie für in der Tiefe (plutonisch) gebildet zu halten, während einige andere Geologen vermuthen, die Unterschiede hätten zum Theil ihren Grund in dem zu ihrer Bildungszeit anderen, namentlich wärmeren Zustande der ganzen Erdmasse, in der noch geringeren Dicke ihrer festen Kruste und in der größeren Dichtigkeit der Atmosphäre. Diese Geologen führen gegen Lyell namentlich den Umstand als Grund an, daß, wenn auch in den ältesten geologischen Perioden schon solche Laven gebildet worden wären wie jetzt, man doch wohl irgendwo, wenn auch nur in den Geschieben älterer Conglomerate, etwas von ihnen vorgefunden haben würde. Das ist nämlich nicht der Fall, alle krystallinischen Massengesteine, welche sich durch irgend einen Umstand als älter zu erkennen geben wie die Kreideformation, zeigen überall den Charakter der Granite, Porphyre und Grünsteine, niemals den der Basalte und Laven.

Vielleicht liegt bei diesen verschiedenen Meinungen die Wahrheit in der Mitte. Vielleicht beobachten wir von den älteren sogenannten plutonischen Massengesteinen allerdings in der

Regel nur ihre unteren Stiele, welche schon deshalb von den heutigen Laven abweichen, aber ihre oberen übergeflossenen Enden, von denen man der Hauptsache nach nur noch zerstörte Theile, Bruchstücke und Geschiebe vorfindet, können dennoch wegen anderer allgemeiner Verhältnisse ihnen ähnlicher gewesen sein, als den heutigen Laven. In diesem Falle würde es ganz natürlich sein, daß unter den alten Geschieben niemals unseren Laven entsprechende Gesteine vorkommen.

Ich will Ihnen aber nicht verschweigen, daß man die Entstehung dieser älteren Massengesteine außerdem auch noch durch Umwandlung neptunischer Bildungen zu erklären versucht, doch werde ich hierauf zurückkommen. So viel steht jedoch fest, daß durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande Gesteine (Laven) entstehen und wahrscheinlich stets entstanden sind, sowie, daß diese Gesteine im weichen Zustande aus dem Erdinnern gegen die Oberfläche emporgedrängt wurden und werden, was wir allgemein eruptiv nennen. Auch müssen wir durchaus zweierlei Resultate dieser Entstehungsart trennen, und dazu eignen sich die einmal eingeführten Ausdrücke plutonisch und vulkanisch trotz ihrer Zweideutigkeit am besten.

Dadurch ist nun aber durchaus noch nicht erwiesen, daß dieser heißflüssige Zustand der Laven ein ursprünglicher, von einem noch jetzt heißflüssigen Erdkerne herrührender sein müsse. Er könnte möglicher Weise, an und für sich betrachtet, auch durch Umschmelzung vorhandener Gesteine hervorgebracht sein; er könnte bei den quarzführenden Gesteinen unter hohem Drucke und durch Beimengung von Wasser vermittelt gewesen sein, wodurch man namentlich den Quarzgehalt derselben zu erklären versucht hat.

Aber was ich Ihnen über die vulkanische Thätigkeit mitgetheilt habe und was Sie im Kosmos darüber lesen, spricht sicher für eine sehr großartige Betheiligung derselben bei dem Erdbildungsproceß und dafür, daß sie nicht als eine blos secundäre, untergeordnete Erscheinung zu betrachten ist. Dieser Umstand und die Analogie der Meteorsteine, welche gewissermaßen als heißflüssige Weltkörper zur Erde gelangen, machen es wahrscheinlich, daß die Laven Ergießungen eines heißflüssigen Erdkernes sind. Wenn ich sage, die Analogie der Meteorsteine

ſpreche dafür, ſo muß ich hinzufügen, daß damit nicht etwa behauptet ſein ſoll, dieſe merkwürdigen kosmiſchen Körper befänden ſich während ihres Umherſchwärmens im Weltraume ſtets im heißflüſſigen Zuſtande, ſondern es liegt dabei der Gedanke zu Grunde, daß ſie als kosmiſche Dunſtmaſſen (gasförmige Weltkörper) erſt bei ihrer Annäherung an die Erde in einen dichteren, eine kurze Zeit lang heißflüſſigen Zuſtand eintreten, aus welchem ſie dann zu lavaartigen Geſteinen erſtarren.

Wo irgend Quellen mineraliſche Beſtandtheile in größeren Mengen enthalten, oder Bäche und Flüſſe Schlamm, Sand und Geſchiebe mit ſich fortführen, da können Sie im Verfolg ihres Laufes ſicher auch eine Ablagerung dieſer chemiſch oder mechaniſch getragenen Beſtandtheile beobachten. Auf dieſe Weiſe entſtehen neptuniſche Geſteine vor unſeren Augen. In weit größerem Maßſtabe vermuthlich auf dem Boden des Meeres. Von den beſonderen örtlichen Umſtänden hängt es ab, ob die chemiſchen Beſtandtheile des Waſſers für ſich allein auskryſtalliſiren (als Kalkſinter, Kieſelſinter u. ſ. w.), oder ob ſich dieſelben mit mechaniſch niederfallenden Theilchen verbinden, zuweilen ihnen als Cäment dienend, oder endlich, ob nur mechaniſch fortgeführte Theilchen als Schlamm-, Sand- und Geſchiebelager angehäuft werden, aus denen ſpäter durch Druck oder eingedrungenes Cäment Schieferthon, Sandſtein und Conglomerat hervorgehen. Es laſſen ſich hiernach die Geſteinsbildungen durch Waſſer in zwei bis drei Abtheilungen ſondern, in chemiſche, mechaniſche und aus beiden gemiſchte.

So viel ſteht auch hier wieder feſt, daß eine Menge Geſteine auf dieſe neptuniſche Weiſe ſich bilden und ſeit lange gebildet haben. Insbeſondere gehören dahin alle Schichtgeſteine. Ferner ſteht feſt, daß bei allen jetzigen neptuniſchen Bildungen das Material zu denſelben von irgend einem früher ſchon vorhandenen Geſteine entnommen wird, der Art, daß wir ſie niemals als etwas Primäres, Urſprüngliches betrachten können, oft aber für etwas viele Mal nacheinander Umgebildetes halten müſſen. Der verwitterte Granit liefert Sandkörner und Bindemittel zu Sandſtein, und dieſer, wieder zerſtört, liefert wieder neues Material zu neuem Sandſteine u. ſ. f.

Zu den chemischen Niederschlägen aus Wasser habe ich im Obigen nur diejenigen gerechnet, welche durch Verdunstung, Abkühlung, Entweichen der Kohlensäure oder Hinzutreten irgend eines Niederschlagsmittels, also nach bekannten chemischen oder physikalischen Gesetzen erfolgt sind oder erfolgen. Außerdem besitzen aber auch alle Organismen die Eigenschaft, gewisse mineralische Bestandtheile aus der Luft und aus dem Wasser niederzuschlagen und in ihren Körpern oder äußeren Hüllen zu fixiren. Besonders auffallend ist das bei den Korallen, Muscheln und Infusorien, die unermeßliche Quantitäten von kohlensaurem Kalk und selbst Kieselerde aus dem Wasser absorbiren und in ihren Gehäusen oder Schalen fixiren. Durch Anhäufung dieser Gehäuse und Schalen entstehen oft mächtige Korallenriffe, Muschelbänke und Infusorienschalenlager. Hierher müssen wir auch die Fixirung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes (der Atmosphäre) in Pflanzen und Thieren rechnen, deren angehäufte Körper, durch Gesteinsschichten bedeckt, zu Kohlenlagern werden, und ebenso scheint es, daß gewisse Infusorien die Eigenschaft besitzen, als wahre Eisenfresser Eisenoxyd niederzuschlagen und so die Bildung von Eisensteinablagerungen zu befördern. Alle diese Bildungen lassen Sie uns als organische Gesteinsbildungen bezeichnen, obwohl sie, meistentheils durch Wasser vermittelt, im weitesten Sinne des Wortes auch zu den neptunischen gerechnet werden können. Auch sie sind vielleicht niemals primäre. Die Pflanzen und Thiere erzeugen nicht den Kohlenstoff, kohlensauren Kalkstein u. s. w., sondern sie fällen ihn nur aus Solutionen, in welchen sich diese Bestandtheile meist nicht einmal ursprünglich befanden.

Nun bleibt uns noch eine vierte Bildungs- oder vielmehr Umbildungsweise von Gesteinen zu besprechen übrig, das ist die metamorphische.

Stete Bewegung, Aenderung des Zustandes der Substanz, ist eines der allgemeinsten Gesetze der Natur. Nichts in der Welt bleibt unverändert, nur der Grad oder die Energie der Aenderung sind sehr ungleich. Der Krystall, welcher tausend Fuß tief unter unseren Füßen im Gesteine schlummert, scheint uns absolut unveränderlich und unbewegt, die Zeit scheint an ihm wirkungslos vorüberzugehen, wenn wir ihn mit der keimen-

den Knospe vergleichen oder mit dem Wassertropfen, der dem beständigen Kreislaufe durch drei Aggregatzustände unterliegt. In Wirklichkeit ist aber auch dieser Krystall nicht ohne Bewegung und nicht unveränderlich. Er wandert mit der Erde um die Sonne, die ihn anzieht; er war nicht immer, was er ist, und er wird es nicht ewig bleiben. In diesem Sinne bleibt kein Theil der Erde, kein Gestein stets in demselben Zustande. Aber die Aenderungen, die mit ihm vorgehen, sind dem Grade und der Zeit nach sehr ungleich, je nachdem sie von allgemeinen oder besonderen, mehr oder weniger energischen Ursachen bedingt werden.

Wir müssen daher wohl unterscheiden zwischen den äußerst langsamen und gleichmäßigen Umwandlungen der Gesteine, welche von allgemeinen Ursachen herrühren, und den schnelleren, welche durch besondere locale Ursachen hervorgebracht werden, und deshalb eine Vergleichung gestatten mit den anderen Theilen desselben Gesteins, welche dieser besonderen Einwirkung nicht unterworfen waren.

Zu den allgemeinen Ursachen der langsamen Gesteinsumwandlung gehören Druck, Erdwärme und chemische Actionen, welche von den Bestandtheilen der Gesteine selbst, von der Atmosphäre oder vom Wasser ausgehen. Durch solche Ursachen entstanden und entstehen aus Thon: Thonstein, Schieferthon und Thonschiefer; aus Sand: Sandstein u. s. w., wobei eben nur die kleinsten Theilchen sich fester oder nach bestimmten Richtungen verbinden. Die festesten Felsen gehen durch ebenso allgemeine Ursachen an ihrer Oberfläche in einen mürben Zustand über, sie verwittern.

Zu den besonderen Ursachen der Gesteinsumwandlung gehören dagegen: sehr erhöhte Temperatur und die Einwirkung von Säuren und Salzlösungen im tropfbar flüssigen oder gasförmigen Zustande. Beide diese Einwirkungen sehen wir gegenwärtig vorzugsweise in Verbindung mit der vulkanischen Thätigkeit. Die Industrie der Menschen hat sich vieler dieser energischen Umwandlungen bemächtigt. Steinkohlen verwandelt man in Koaks, Thon und Lehm in Ziegel, oder durch noch höhere Temperatur in Porzellan und Schlacken; Quarz mit Alkalien in Glas; Eisen durch Kohlenstoff in Stahl, und in der Nähe brennender Braun- und Steinkohlenlager können Sie einige

ganz ähnliche Operationen der Natur beobachten. Doch ich will Sie nicht mit Aufzählung so bekannter Beispiele ermüden, sondern zu Anwendung dieser Erfahrungen auf die Erklärung gewisser Gesteine übergehen, die man jetzt nirgends so sich bilden sieht, wie sie sich darstellen. Es gehören dahin vorzugsweise die sogenannten krystallinischen Schiefergesteine, außerdem aber auch: Fleckschiefer, Chiastolithschiefer, Schaalsteinschiefer, Hornfels, Graphit, Anthrazit, körniger Kalkstein, Dolomit und Gyps.

Wenn es auch im Allgemeinen nicht mehr bezweifelt werden kann, daß die meisten dieser Gesteine ihren gegenwärtigen Zustand erst durch bedeutende Umwandlungen (Metamorphosen) erhalten haben, so sind doch die Ansichten über die Ursachen und das Wesen dieser Umwandlungen der einzelnen Gesteine noch sehr verschiedene. Viele glauben, daß die Einwirkung sehr erhöhter Temperatur, oft verbunden mit gasförmigen Einströmungen oder heißflüssigen Einspritzungen, oder Durchdringungen, die Haupturſachen dieser metamorphischen Gesteinsbildungen gewesen, und daß diese Temperaturerhöhung entweder eine Folge der allgemeinen Centralwärme des Erdkörpers, oder eine Folge emporgestiegener heißflüssiger Massen gewesen sei. Andere halten hohen Druck bei allerdings auch erhöhter Temperatur und gleichzeitige Abschließung des Sauerstoffs der Atmosphäre, oder umgekehrt, gegen früher verminderten Druck und erhöhte Einwirkung des Sauerstoffs, für Haupturſachen. Haidinger hat darauf eine Theorie der katogenen und anogenen Umwandlungen begründet, die er hauptsächlich an den sogenannten Afterkrystallen nachzuweisen sucht, diesen merkwürdigen Fossilien, welche in der Form des einen Minerals die Substanz eines anderen enthalten, welche in der That für die Thatsache erfolgter Umwandlungen im Innern des Erdkörpers die schlagendsten Beweise liefern, und welche sich mit nichts besser vergleichen lassen, als mit Versteinerungen, deren Form von organischen Körpern herrührt, während ihre Substanz ganz mineralischer Natur ist

Noch andere Geologen meinen, daß nicht nur die allgemeinen und langsamen, sondern auch viele energische Umwandlungen der Gesteine lediglich von innerer Thätigkeit ihrer eigenen chemischen Bestandtheile ausgegangen seien und noch ausgehen. Sie meinen z. B., aus einem sandigen Schieferthon

könne dadurch zuerst Grauwackenschiefer, dann Glimmerschiefer, dann Gneiß und endlich unter Erweichung und Emporpressen Granit geworden sein.

Da zu Gunsten aller dieser Ansichten gewisse Thatsachen angeführt werden, keine aber ganz direct zu erweisen ist, da ferner die eine nicht unbedingt, wenigstens nicht für alle Fälle, die anderen ausschließt, so mag jede derselben bis zu einem gewissen Grade berechtigt sein. Ich will versuchen, Ihnen die erstere, als die jetzt verbreitetste, weiter zu entwickeln und daran einzelne Bemerkungen über die anderen anknüpfen.

Denken Sie sich, der vorher heißflüssige Erdkörper habe durch Abkühlung eine feste Kruste bekommen und auf diese hätten sich nun Ablagerungen des Wassers, hervorgegangen aus der theilweisen Zerstörung der festen Kruste, immer dicker und dicker niedergeschlagen, so wurde durch diese Ablagerungen eine die Wärmeausstrahlung aus der früheren Oberfläche verhindernde Decke gebildet, und die Folge davon war ein Steigen der Temperatur in diesem bedeckten Krustentheil, sowie in der darauf gelagerten Decke, gerade so, nur in höherem Grade, wie unsere Körperoberfläche durch Mittheilung der inneren Körperwärme besonders warm wird, wenn wir sie mit einem Pelz bedecken, und wie ein Theil dieser Wärme sich sogar dem Pelz mittheilt. Dieses Steigen der Temperatur der früheren Oberfläche unter auf ihr erfolgter starker Bedeckung kann aber nicht nur bis zum gänzlichen Wiedererweichen der erstarrten Kruste, sondern selbst bis zum Erweichen des unteren Theiles der Bedeckung gestiegen sein, und so erklärt man in der That die Entstehung der großen Masse der krystallinischen Schiefer aus umgewandelten Ablagerungen des Wassers. Bei dieser Erweichung durch Wärme traten die Bestandtheile auf neue Weise und zwar in chemische und bei späterer langsamer Wiedererkaltung krystallisirende Verbindungen zusammen. Aus den mechanisch angehäuften Bestandtheilen von Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende u. s. w., ward wieder Quarz, Feldspath, Glimmer, Hornblende. So bildeten sich aus Schieferthon und sandigem Schieferthon Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneiß oder sogar Granit, je nach den ursprünglichen Bestandtheilen der Ablage- [illegible] nach dem Grade der Erweichung durch Wärme.

War die Erweichung sehr groß und mit räumlichen Aenderungen verbunden, so wurden auch die umgeschmolzenen Massen, eben so gut als die ursprünglich heißflüssigen, in Spalten emporgedrängt, eruptiv. Diese Vorgänge betrafen aber nicht blos die vorherrschenden thonigen und sandigen Ablagerungen des ersten Wassers, sondern auch die späteren kalkigen oder aus organischen Substanzen (besonders Pflanzentheilen) bestehenden. Nun ist aber durch Experimente bekannt, daß der kohlensaure Kalk, wenn man ihn unter hohem Druck einer sehr hohen Temperatur aussetzt, schmilzt, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, und daß derselbe dann bei recht langsamer Erkaltung eine krystallinisch körnige Textur annimmt, wie der weiße Marmor von Carrara. Dieser Umstand erklärt die Anwesenheit der körnigen Kalksteine zwischen den krystallinischen Schiefern; und da Kalkstein leichter schmilzt, als Gneiß oder Glimmerschiefer, so erklärt er zugleich, warum die körnigen Kalklager so oft auf eruptive Weise in die Zerspaltungen der sie ursprünglich umschließenden Gesteine eingedrungen sind.

Sehr merkwürdig sind auch die Umwandlungen der fossilen Pflanzenanhäufungen. Eingeschlossen zwischen mächtige Schichtmassen, konnten sie aus Mangel an Sauerstoff nicht verbrennen, aber sie verloren, je mehr und je länger sie allgemeiner oder besonderer Wärmewirkung ausgesetzt waren, um so mehr ihr Bitumen, und so finden wir denn zwischen festem Schieferthon Steinkohlenlager mit sehr wenig Bitumen, und zwischen den eigentlich krystallinischen Schiefergesteinen statt ihrer nur noch Graphitlager (bestehend aus unreinem Kohlenstoff) oder Diamantkrystalle. Das entwichene Bitumen aber hat oft darüber liegende Schichten durchdrungen, oder ist als Erdöl und Asphalt ausgeflossen.

Außer der mächtigen Reihe der krystallinischen Schiefer, welche offenbar aus der Tiefe nach der Höhe an Krystallinität abnehmen und sich allmälig durch Thonschiefer in Schieferthon verlaufen, finden sich nun aber noch eine große Zahl höchst wahrscheinlich metamorphischer Gesteine von isolirterer und geringerer Verbreitung. Sehr oft umgeben dieselben unter oder zwischen ihnen hervorragende Eruptivmassen, so der Hornfels den Granit des Harzes und den Grünstein des Thüringer Wal-

des, Knotenschiefer die Granite des Voigtlandes, Chiastolithschiefer die Granite der Bretagne und des Fichtelgebirges, Schaalsteinschiefer die Grünsteine im Nassauischen. Auch manche Gneiße bilden geradezu nur mantelförmige Hüllen von isolirten Granitkörpern im Glimmerschiefergebiet; so in den Gegenden von Schneeberg, Schwarzenberg und Geier im Erzgebirge. Alle diese Bildungen dürften nur Wiederholungen des oben geschilderten großen Processes im kleineren Maßstabe sein. Wo irgend eine mächtige Granit- oder Grünsteinmasse heißflüssig zur Oberfläche drang, da wirkte sie auch wieder je nach ihrem Volumen erhitzend, erweichend und umändernd auf ihre Umgebungen ein und immer kleiner und beschränkter, wenn auch zuweilen energischer, werden diese Einwirkungen mit der Abnahme des Volumens der Eruptivmassen. Die Basalte haben nur noch Verglasung, Härtung, Färbung oder Entfärbung und säulenförmige Zerspaltung ihres unmittelbaren Nebengesteins hervorgebracht, nicht aber ganze Gesteinszonen umgewandelt.

Endlich treten manche Gesteine, die man wohl mit Recht für umgewandelt hält, zuweilen ganz getrennt von lavaartigen Eruptivbildungen auf. Dahin gehören besonders Dolomit und Gyps. Von beiden setzen viele Geologen voraus, daß sie durch Umwandlung *aus* Kalkstein oder wenigstens durch besondere Einwirkung *statt* Kalkstein entstanden seien. Der Dolomit ist eine Verbindung von kohlensaurer Kalkerde (Kalkstein) mit kohlensaurer Talkerde. Da man nun eine solche Verbindung im Großen nirgends in der Natur als Gestein entstehen sieht, so mußte das schon einigen Verdacht gegen seine ursprüngliche Bildungsweise erwecken. L. v. *Buch*, der Begründer der neueren plutonischen Ansichten, beobachtete im Anfang dieses Jahrhunderts ganz eigenthümliche Beziehungen der merkwürdigen Dolomitfelsen des Fassathales zu den eruptiven Gesteinen, besonders dem Melaphyr jener herrlichen Alpengegend, welche ihn veranlaßten, den Dolomit für ein Product plutonischer Einwirkungen auf Kalkstein zu halten. Die Talkerde, meinte er, sei in irgend einem, vielleicht gasförmigen, Zustande in die Kalkfelsen eingedrungen, habe sie aufgebläht und im kohlensauren Zustande sich mit dem kohlensauren Kalk zu einem krystallinischen Gestein verbunden. Diese Deutung machte gerechtes Aufsehen

unter den Geologen, rief aber auch manche Einwendungen hervor, unter welchen die Unmöglichkeit einer Talkerdeverflüchtigung in unseren Laboratorien vorzüglich genannt zu werden verdient. Aber streng widerlegend ist dieser Einwand nicht, da die augenblickliche Unmöglichkeit, einen durch viele Umstände angedeuteten Naturvorgang experimentell nachzuahmen, noch keineswegs seine Unmöglichkeit überhaupt beweist. Die Chemie hat schon Manches von der Geologie gelernt und könnte also auch in diesem Falle vielleicht erst durch sie auf den Weg geführt werden, Talkerde zu verflüchtigen. Man ging dann weiter und meinte, die Talkerde könne an anderen Orten, wo die Verhältnisse nicht für ein späteres Eindringen derselben sprechen, durch benachbarte vulkanische (plutonische) Thätigkeit auch wohl zu dem eben niederfallenden Kalkschlamm hinzugetreten und mit ihm örtlich zu Dolomit krystallisirt sein. — Neuerlichst haben Haidinger und v. Morlot noch eine ganz andere Hypothese über die Dolomitbildung aufgestellt und durch Experimente zu erweisen gesucht. Sie meinen, der Kalkstein, durch Senkung und Ueberlagerung in große Tiefe der Erdkruste hinabgerückt, sei hier von Bitterwasser, welches schwefelsaure Talkerde aufgelöst enthält, durchdrungen worden, und dabei habe sich die Schwefelsäure dieser Solution mit einem Theil der Kalkerde verbunden, um dann irgendwo in der Nachbarschaft als Gyps zu krystallisiren, während die Talkerde die bei jener Verbindung frei gewordene Kohlensäure aufgenommen und als kohlensaure Talkerde sich mit der übriggebliebenen kohlensauren Kalkerde des Kalksteins vereinigt habe.

Sie sehen auch bei dieser Gelegenheit, daß es in der Geologie noch viele unentschiedene Fragen giebt, für die man mehrfache Beantwortungen versucht hat. Das sind natürlich stets die schwierigsten Fragen, den Krankheiten vergleichbar, für die man Hunderte von Mitteln empfiehlt, deren keines sicher hilft.

Für die metamorphische Bildung des Gypses finden Sie schon im Vorstehenden eine Deutungsweise; aber das ist wieder nicht die einzige. Auch durch Eindringen von schwefelsauren Dämpfen in Kalksteinlager oder in Kalkerdesolutionen, läßt man Gyps entstanden sein; oder dadurch, daß Anhydrit, d. i. wasserfreier schwefelsaurer Kalk, allmälig Wasser aufgenommen

habe, wobei dann aber immer noch das Problem der Anhydritbildung ungelöſt übrig bleibt. Sei dem nun wie ihm wolle, ſo viel iſt gewiß, daß der Gyps zuweilen unter Umſtänden auftritt, die eine gewiſſe Bewegung ſeiner Theile, einen erweichten Zuſtand des Geſteins andeuten, lange, nachdem ſeine Umgebungen feſt waren. Er zeigt ſich zuweilen geradezu eruptiv, aber freilich ohne alle jene Einwirkungen auf das Nebengeſtein, welche diejenigen Geſteinsmaſſen begleiten, bei denen wir, wie bei den Laven, eine Erweichung durch Wärme, eine Schmelzung, vorausſetzen können. Ferner iſt es gewiß ſehr merkwürdig, daß der Gyps ſo gewöhnlich mit Steinſalz und ſo häufig auch mit Dolomit zuſammen vorkommt, und zwar mit maſſenhaften Ablagerungen von Steinſalz, welche ebenfalls irgend eine beſondere Urſache ihrer localen und mächtigen Anhäufung vorausſetzen laſſen. Ich kann mich bei Beachtung aller dieſer Umſtände nicht enthalten, zu vermuthen, daß die großen Gyps-, Anhydrit-, Steinſalz- und Dolomitmaſſen ſtets unter beſonderer Einwirkung vulkaniſcher (plutoniſcher) Thätigkeit gebildet ſind, ſei es nun hier durch Umwandlung vorhandenen Kalkſteins, dort durch Einſtrömen vulkaniſcher (ſchwefelſaurer und talkerdehaltiger) Dämpfe in ein kalkerdehaltiges Meer geſchehen, durch welche zugleich ein mächtiger Salzniederſchlag bewirkt wurde.

Vierundzwanzigſter Brief.

Geſchichte der Organismen auf der Erde.

„Der Geolog blättert in den Schichten der Erde und lieſt die Geſchichte der Schöpfung, ſeine Lettern ſind die Verſteinerungen.“

Sie können über die Geſchichte der organiſchen Schöpfung zu Ergänzung von v. Humboldt's Kosmos nichts Vollſtän-

digeres ſtudiren als Brown's treffliche Geſchichte der Natur. Aber dieſe beſteht aus mehreren Bänden, und darum muß ich es wohl verſuchen, Ihnen eine kurze Ueberſicht des Gegenſtandes zu geben, die hoffentlich hinreichen wird, um die Andeutungen des Kosmos zu erläutern.

Wir kennen die Geſchichte des organiſchen Lebens nur aus den Verſteinerungen, dieſen Ueberreſten oder Spuren organiſcher Weſen, die ſich vielfach im Innern der feſten Erdkruſte, namentlich in den Schichtgeſteinen, vorfinden. Dieſe Ueberreſte ſind theils bloße Abdrücke der Form, theils iſt die urſprüngliche organiſche Subſtanz mit erhaltener Textur in eine mineraliſche umgewandelt, oder vielmehr durch eine mineraliſche erſetzt, theils iſt ſogar die organiſche Subſtanz ſelbſt noch mehr oder weniger vollſtändig vorhanden, wie z. B. bei den Inſecten im Bernſtein und bei dieſem ſelbſt. Gewöhnlich ſind nur gewiſſe beſonders feſte Theile der vorweltlichen Pflanzen und Thiere erhalten oder abgeformt, z. B. Holz, feſte Rinden und Blätter, Korallengehäuſe, Muſchelſchalen, Fiſchſchuppen, Knochen oder Zähne. Aus dieſen Theilen hat man verſucht, ganze Individuen zu conſtruiren, was aber bis jetzt nur bei einigen dieſer Ueberreſte befriedigend gelungen iſt. Doch hat ſich dabei wenigſtens ſo viel als ſicher herausgeſtellt, daß die meiſten derſelben jetzt nicht mehr exiſtiren, ſondern ausgeſtorbene Arten bilden, die oft ſehr ſtark von allen lebenden Formen abweichen. Es gehören aber ferner dieſe ausgeſtorbenen Arten keineswegs einer einzigen Schöpfungsperiode, einer einzigen ſogenannten Vorwelt an, ſondern ſie rühren vielmehr aus ſehr verſchiedenen Perioden her, deren Organismen eben ſo ſehr unter einander abweichen, als von denen der jetzigen Schöpfung. Die Abweichungen von den jetzigen Formen werden um ſo größer, in je älteren Schichten ſich die organiſchen Ueberreſte finden, und dazu ergiebt ſich zugleich als ein ſehr allgemeines Geſetz, daß in den älteren Geſteinsſchichten die höheren Thier- und Pflanzenformen immer mehr und mehr verſchwinden, die Säugethiere ſchon im Keuper, die Vögel im bunten Sandſtein, die Reptilien im Rothliegenden, die Fiſche in der oberen Grauwacke. Es ergiebt ſich daraus alſo eine

allmälige Entwickelungsreihe der organiſchen Formen, welche zugleich auf einen Anfangspunkt, auf eine Zeit ſchließen läßt, in welcher überhaupt noch keine Organismen auf der Erde lebten. Das iſt aber Alles ganz in Uebereinſtimmung mit der Bildungsweiſe des Erdkörpers, wie wir ſie auch aus ſeiner unorganiſchen Zuſammenſetzung zu ſchließen berechtigt ſind.

Die Verzeichniſſe der Verſteinerungen in den Schichtgeſteinen lehren uns, daß die Art der Entſtehung organiſcher Weſen, nicht ein momentaner, ſondern ein durch alle geologiſche Perioden hindurch fortdauernder Proceß war, daß jede geologiſche Epoche durch ihre beſonderen Geſchöpfe charakteriſirt wird, von denen nur einzelne aus einem Zeitabſchnitt in den anderen hineinragen. Durch den Wechſel der äußeren Lebensbedingungen veranlaßt, ſind immer neue Geſchöpfe entſtanden, vorhandene ausgeſtorben. Auf eine Fortdauer dieſes Entſtehens neuer und Verſchwindens alter Organismen, wenn auch in geringerem Maße, deutet noch jetzt Vieles hin. Hat man auch in hiſtoriſcher Zeit noch nicht mit Beſtimmtheit neue organiſche Species entſtehen ſehen, was bei den niederen Formen überhaupt ſchwer zu erweiſen ſein würde, auch wenn es vorgekommen wäre, weil man nie ſicher wiſſen könnte, ob ſie nicht blos früher überſehen worden waren; ſo iſt es doch gewiß, daß viele Thierarten, ſeitdem der Menſch exiſtirt, theils örtlich, theils überhaupt ausgeſtorben ſind, weil ihnen die äußeren Lebensbedingungen nicht mehr zuſagten, oder weil ſie zu viele Feinde fanden. In Deutſchland ſind z. B. aus der Reihe ſeiner früheren Bewohner verſchwunden das Rennthier, der Auerochs, der Bär und ſo ziemlich auch der Luchs und der Wolf. Seit 300 Jahren gänzlich aus dem Verzeichniſſe der lebenden Weſen gelöſcht ſcheint mit Sicherheit die Vogelgattung Dodo oder Dudu, welche zuletzt noch auf Isle de France lebte, und von welcher Sie hier eine aus den einzelnen Ueberreſten ergänzte Darſtellung erblicken. Ja viele Naturforſcher ſind der Meinung, daß den Arten eben ſo nur eine beſtimmte Lebensdauer zukomme, wie den Individuen, über die hinaus ihre Fortpflanzung nicht mehr ſtattfinde.

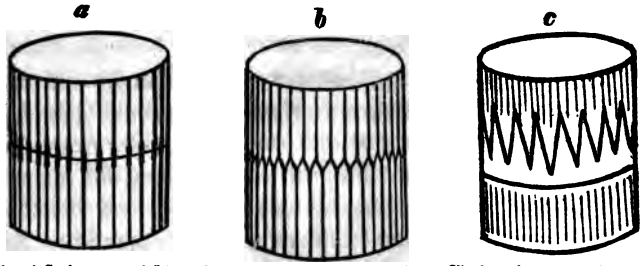
Alle organischen Wesen bedürfen gegenwärtig zu ihrer Existenz außer den allgemeinen Anziehungsverhältnissen des Erdkörpers — der Schwere — und außer den noch wenig erkannten elektrischen Einwirkungen, einen gewissen mäßigen Wärmegrad ihres Aufenhaltsortes, welcher + 60° unserer hundertheiligen Thermometerscala im Allgemeinen nicht übersteigen und nicht unter 50° herabsinken darf; ferner bedürfen sie Luft und Wasser, sowie die meisten auch Licht und Erde, d. h. einen festen Boden zum Einwurzeln oder Betreten. Aehnliche Bedingungen, welche an die vier Elemente des Empedokles erinnern, werden für organische Geschöpfe unserer Erde jederzeit nöthig gewesen sein; erst mit ihrem Eintreten sind Pflanzen und Thiere entstanden, und mit dem Wechsel der Natur und des Zustandes dieser Lebenselemente haben sich auch die Organe und äußeren Formen der Geschöpfe verändern müssen, sowie noch gegenwärtig durch gewisse Veränderungen derselben allmälig und nicht durch generatio aequivoca, sondern durch gewöhnliche Fortpflanzung gewisse beschränkte Abweichungen der vorhan-

denen Thier- und Pflanzenformen (Racen, Abarten) erzeugt werden.

Es wirken jetzt allerdings noch manche andere Umſtände als jene durch Klima und Boden zu bezeichnenden Grundbedingungen auf das organiſche Leben ein, namentlich der Geiſt und die Hand des Menſchen, ſowie die gegenſeitigen Beziehungen der Thiere und Pflanzen, welche jedoch nur Abarten, nie neue Species hervorbringen, da ſie nicht erſchaffen, ſondern nur umbilden, und deren eigenes Daſein und Wirken erſt durch jene Grundbedingungen möglich iſt. Ich muß Sie hier ſogleich darauf hinweiſen, daß von ſehr geachteten Naturforſchern die Behauptung ausgeſprochen worden iſt, die Mannichfaltigkeit und der Wechſel der organiſchen Formen auf der Erde ſei überhaupt nicht durch Entſtehen ganz neuer Arten bedingt, ſondern nur durch eine immer mannichfaltigere und höhere Entwickelung der urſprünglich entſtandenen. Nach dieſer Anſicht ſind im Laufe unermeßlicher Zeiträume aus einer organiſchen Form, den jedesmaligen äußeren Verhältniſſen entſprechend, alle anderen hervorgegangen, und wir haben darnach auch den Menſchen als die höchſte Entwickelungsſtufe eines erſten organiſchen Keimes zu betrachten. Es hat dieſe Erklärung der Mannichfaltigkeit in der organiſchen Natur gar Manches für ſich, zumal wenn wir die in dem kurzen Beobachtungszeitraum ſtattgehabten Umbildungen mancher Formen gehörig würdigen und dabei berückſichtigen, daß dieſer Zeitraum gegen die Entwickelungsgeſchichte der Erde in der That verſchwindend klein iſt. Jedenfalls ſind wir berechtigt, aus der Natur verſteinerter Organismen auf vorweltliche örtliche und allgemeine Zuſtände des Klima's und der Bodenoberfläche zu ſchließen, wobei uns die Kenntniß der gegenwärtigen klimatiſchen Verſchiedenheiten der Erdoberfläche und ihrer Bewohner von großem Nutzen iſt. Höchſt intereſſant iſt es deshalb, das Auftreten, die Dauer und das Verſchwinden einiger beſonders wichtiger Thier- und Pflanzengattungen oder Familien durch die ganze Reihe der Flötzgebirge hindurch zu verfolgen.

Die Familie der Equiſetaceen, dieſer durch unſere Schafthalme vertretenen Pflanzen, aus welcher bereits 84 foſſile Arten bekannt ſind, geht durch die ganze Reihe der Flötzgebirge

von den älteſten bis zu den jüngſten hindurch; ſie beſteht demnach ſeit den erſten Stadien der Schöpfung organiſcher Weſen, aber ſie zerfällt in drei auf einander folgende Abtheilungen, welche für drei große Perioden bezeichnend ſind, und gerade dieſer Plaſticität der Grundform iſt es zuzuſchreiben, daß ſie alle Perioden durchdauern konnte, während weniger nachgiebige Thier- und Pflanzenformen oft nur auf einzelne Gruppen oder Formationen beſchränkt ſind. Die älteſte Periode der Equiſetaceen, bis zur oberen Grauwackenbildung herab, iſt bezeichnet durch baumförmige Calamiten, deren Längsrippen über die Abgliederung ſich fortſetzen, ſo daß die letztere kein Zickzack bildet (a). Die zweite Periode, von der Kohlenformation bis zum bunten



Sandſtein, enthält ebenfalls baumförmige Calamiten, aber mit an der Gliederung abſetzenden und meiſt abwechſelnd ſtehenden Rippen, wodurch die Gliederungslinie gewöhnlich ein Zickzack wird (b). Doch muß ich Ihnen bemerken, daß dieſer Mangel an Blattſcheiden von Einigen dadurch erklärt wird, daß ſie die Calamiten für Ausgüſſe des inneren hohlen Raumes baumförmiger Equiſeten halten.

Die dritte Periode endlich, vom bunten Sandſtein bis zur gegenwärtigen Zeit, zeigt uns außer kleinen Calamiten den lebenden Equiſeten ſehr ähnliche Pflanzen mit ſogenannten Blattſcheiden an den Abgliederungen (c), von denen im Kohlengebirge nur Spuren vorkommen. Dabei iſt die innere Structur jener älteſten Equiſetaceen — eines Theiles der Calamiten — von der der heutigen ziemlich abweichend, obwohl darauf zurückführbar. Ihr wahrſcheinlich holziger Stamm iſt aus radialen Lamellen zuſammengeſetzt und von einzelnen Längencanälen durchbohrt.

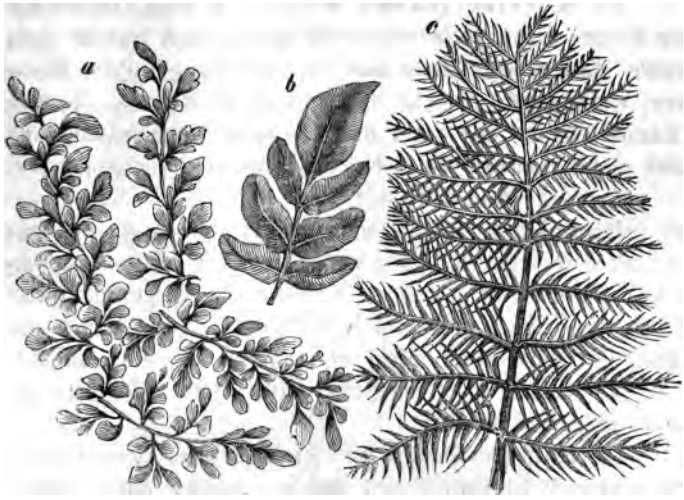
Die Lycopodien, welche ebenfalls in den älteſten Schichten ſchon vertreten ſind, ſpielten namentlich in den Wäldern der

Steinkohlenbildungszeit eine sehr wichtige Rolle, da sie baumförmig als Lepidodendra, Lycopodites, Knorria und Sagenaria in großer Zahl und Mannichfaltigkeit auftraten, während sie später und bis jetzt nur als schwache Ranken am Boden umher krochen. Es sind 161 fossile Arten unterschieden worden.

Diese Wälder der Steinkohlenperiode, von denen Unger in seinen vorweltlichen Vegetationsansichten eine prachtvolle Skizze liefern wird, müssen noch den eigenthümlichen unheimlichen Zauber lautloser Stille und Unbelebtheit gehabt haben. Kein Raubthier lauerte hinter den Stämmen, kein Pflanzenfresser schwelgte in der Fülle des Laubes, kein bunter Vogel wiegte sich auf den Zweigen, kein giftiges Reptil kroch auf dem sumpfigen Boden, der höchstens von einzelnen stummen Süßwassermuscheln bewohnt war.

Keine andere Pflanzenfamilie kommt so häufig und in so mannichfacher Form versteinert vor als die Farren (man kennt

ſchon weit über 500 foſſile Arten), woran nicht etwa blos das ſchwer zerſtörbare Weſen ihrer Subſtanz, ſondern offenbar auch das wirkliche Vorherrſchen kryptogamiſcher Gewächſe der Vorwelt Schuld iſt. Von der Grauwacke bis zum Rothliegenden herauf ſind es große, zum Theil baumförmige Farrenkräuter, welche uns durch oft ſehr zierliche Formen überraſchen; es finden ſich davon nicht nur Abdrücke der Stämme (Protopteris und Caulopteris) und Blätter (Pecopteris,



a. Sphaenopteris. b. Neuropteris. c. Pecopteris (eine ſeltene Art).

Sphänopteris, Neuropteris u. ſ. w.) in großer Zahl, ſondern auch Stammtheile mit wohl erhaltener innerer Structur (Tubicaulis, Pſaronius, Poroſus). In ſpäteren Formationen werden die Farren nicht nur kleiner, ſondern auch ſeltener, bis ſie auf dieſe Weiſe den Verhältniſſen der lebenden Flora ſich anſchließen.

Hier reihen ſich nun noch einige vorweltliche Pflanzenformen an, welche nur älteren Perioden angehören, und deren verwandtſchaftliches Verhältniß zu lebenden Pflanzen noch nicht hinreichend feſtgeſtellt iſt; dahin gehören die quirlblätterigen Aſterophylliten, die Stigmarien und Sigillarien, welche wahrſcheinlich als Wurzeln und Stämme zu einander gehören. Von dieſen problematiſchen Pflanzen kennt man 146 foſſile Arten.

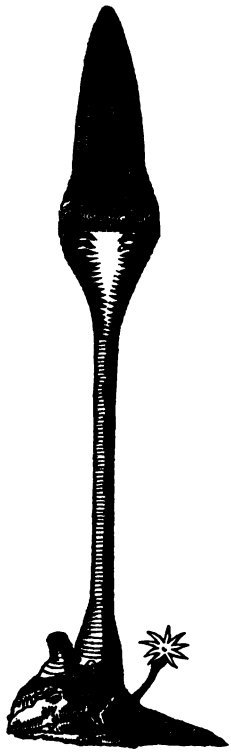
Aus der Klaſſe der monokotyledonen Pflanzen, welche in der Grauwacke noch zu fehlen ſcheinen, werden bis

Steinkohlenbildungszeit eine ſehr wichtige Rolle, da ſie baumförmig als Lepidodendra, Lycopodites, Knorria und Sagenaria in großer Zahl und Mannichfaltigkeit auftraten, während ſie ſpäter und bis jetzt nur als ſchwache Ranken am Boden umher krochen. Es ſind 161 foſſile Arten unterſchieden worden.

Dieſe Wälder der Steinkohlenperiode, von denen Unger in ſeinen vorweltlichen Vegetationsanſichten eine prachtvolle Skizze liefern wird, müſſen noch den eigenthümlichen unheimlichen Zauber lautloſer Stille und Unbelebtheit gehabt haben. Kein Raubthier lauerte hinter den Stämmen, kein Pflanzenfreſſer ſchwelgte in der Fülle des Laubes, kein bunter Vogel wiegte ſich auf den Zweigen, kein giftiges Reptil kroch auf dem ſumpfigen Boden, der höchſtens von einzelnen ſtummen Süßwaſſermuſcheln bewohnt war.

Keine andere Pflanzenfamilie kommt ſo häufig und in ſo mannichfacher Form verſteinert vor als die Farren (man kennt

chen höchſtens bis in den Kohlenkalkſtein, Calamopora bis zum Zechſtein, in welchem Gorgonia vorherrſcht, und Cyathophyllum (die Becherkoralle) bis zur Juragruppe. Neue Gattungen treten hierauf beſonders im Jurakalk auf, z. B. die ſehr häufigen: Scyphia, Tragos, Achilleum, Manon und die Sternkorallen (Aſtrea), welche bis heute fortbeſtehen, ſowie die ſchnell wieder erloſchenen Cnemidien. Bis zur Kreide, und in dieſer den Culminationspunkt erlangend, reicht Siphonia. Die Ventriculiten und die ſonderbaren Hippuriten, welche L. v. Buch den Korallen, andere Naturforſcher aber den zweiſchaligen Muſcheln zurechnen, kommen nur in der Kreidegruppe vor. Im Ganzen kennt man jetzt etwa 3700 foſſile Korallenarten.



Apiocrinites rotundus.

Die überaus zierlichen Geſtalten der Meerlilien oder Crinoideen (Stylaſteriden) gehören gänzlich der Vorwelt an und erlöſchen ſchon in der Kreide faſt völlig. Man kennt davon 348 Arten. Einige Gattungen derſelben herrſchen in der älteſten Periode vor, wie Cyathocrinites, Rhodocrinites und Actinocrinites. Die Encriniten ſind auf den Muſchelkalk beſchränkt, andere beginnen in der Jurazeit, z. B. Apiocrinites, Pentacrinites, und reichen, wie erwähnt, höchſtens bis zur Kreide, welcher die Marſupiten ausſchließlich angehören.

Weit ſpäter als die Crinoideen beginnen andere Familien der Radiarien, und zwar die freien Seeſterne — dieſe Orden der Vorwelt — in der Triasgruppe, die Echiniten oder Seeigel weſentlich erſt im Jura, während einzelne allerdings ſchon im Kohlenkalkſtein gefunden werden. Mehre Gattungen derſelben reichen bis in die lebende Schöpfung (z. B. Comatula, Aſte-

Cidarites clavigera.

rias, Ophiura, Cidaris, Echinus, Clypeaster, Spatangus), andere sind bald wieder ausgestorben (Gaterites, Nucleolites, Ananchytes). Im Ganzen sind 980 fossile Arten bekannt.

Die Brachiopoden, diese gewissermaßen aus zwei symmetrisch verwachsenen Individuen bestehenden Thiere, gehören zu den am meisten in der ganzen Flötzreihe verbreiteten Muscheln, während sie lebend nur noch durch ein paar Arten vertreten werden. Da nun ihre Gestalt zugleich sehr mannichfach ist, was eben die Ausdauer der Familie durch alle Perioden möglich gemacht hat, so dienen sie als ganz besonders brauchbare Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen, wozu jedoch ein ziemlich genaues Studium derselben gehört. In den ältesten Formationen herrschen besonders die Gattungen: Spirifer, Orthis und Productus vor, welche, stets abnehmend an Verbreitung, bis in die Triasgruppe reichen, während die Gattung Terebratula, ebenfalls in der Grauwacke beginnend und bis in unsere Meere reichend, im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Entwickelung erlangt. Dabei glaubt L. v. Buch als eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit angeben zu können, daß bei den Brachiopoden der älteren Zeit die dickste Stelle der Muschel nach dem Schlosse zu, bei den mittleren in der Mitte, bei den jüngsten endlich nach dem äußeren Rande zu liege. Die Gattung Lingula, im bunten Sandstein beginnend, existirt noch lebend, Crania und Anomia finden sich jedoch nur versteinert, erstere gehört nur der Kreidezeit, letztere der Molasse zu. Man kennt 952 fossile Brachiopodenarten, wovon 419 allein der Gattung Terebratula angehören.

Die übrigen zweischaligen Muscheln (4716 fossile Arten) beginnen vorzüglich erst von der Triasgruppe an recht herrschend zu werden, in den älteren Schichten kommen sie verhältnißmäßig nur sparsam vor (Conocardium, Posidonomya u. s. w.). Die Gattungen Myophoria, Avicula und Plagiostoma erreichen ihr Maximum im Muschelkalk, Pecten, Gryphäa, Ostrea, Lyriodon

:ter von Myophoria) und Pholadomya in der Juragruppe,
:a, Inoceramus, Pinna, Lima (als Vertreter von Plagio-
und Spondylus in der Kreidezeit, Arca, Dreiſena, Pa-
Craſſatella, Solen und Pectunculus erſt in der Molaſſe
och ſpäter.

ie einſchaligen Mollusken oder Schnecken (mit 6110
Arten), welche erſt in der Molaſſe recht häufig, nach Zahl
:ttungen, Arten und Individuen häufiger als die zweiſcha-
werden, finden ſich zwar auch ſchon in älteren Schichten,
:r gewöhnlich nur als Steinkerne, d. h. Ausgußformen
ieren Hohlräume, bei denen die ſichere Unterſcheidung der
ı oft ſehr ſchwer fällt.

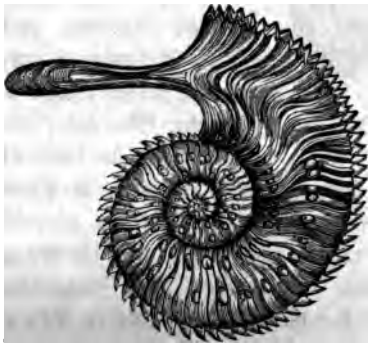
Zeit leichter zu unterſcheiden ſind die ſonderbaren Formen
r verbreiteten und durch ihr ganzes Auftreten geologiſch ſehr
en Cephalopoden, welche im Allgemeinen in der Vor-
ne viel bedeutendere Rolle geſpielt haben als jetzt. Sie

bilden ähnlich wie die Equiſetaceen und Brachiopoden wahre hiſtoriſche Reihen. Die erſte dieſer Reihen iſt die der Orthoceratiten, Belemniten und Sepien. Die Orthoceratiten nämlich, von denen man 153 Arten kennt, ſind lediglich auf die älteſten Zeiten bis zum Zechſtein beſchränkt, dann tritt eine lange Periode ein, aus welcher keine geradſchaligen Cephalopoden bekannt ſind. In der Juragruppe verſucht eine ähnliche Gattung zuerſt wieder ihr Glück; die Belemniten treten nämlich plötzlich mit großer Zahl der Individuen und Arten (98) auf, aber bald genug ſind auch ihnen die Umſtände nicht mehr behaglich geweſen, denn ſchon in der Kreide verſchwinden ſie gänzlich; ſpäter wird keine Spur mehr davon gefunden. Um Ihnen einen ungefähren Begriff von dieſen ſonderbaren Thieren zu geben, zeichne ich Ihnen hier ein ideal ergänztes Exemplar an den Rand.

Im foſſilen Zuſtande findet man von dieſem Thiere in der Regel nur die beiden inneren ineinander ſteckenden Kegel, deren innerer eine gekammerte Schale iſt, welche von einer faſerigen Scheide als Hülle umgeben wird. Dieſe foſſilen Hüllen pflegt man in einigen Gegenden „Teufelsfinger" zu nennen. Gegenwärtigl eben aus dieſer Reihe nur noch die entfernt verwandten Sepien oder Tintenfiſche, von denen Spuren (130 foſſile Arten) allerdings bis in die Juragruppe hinab reichen. Hat man doch ſogar den Tintenbeutel derſelben in den Schichten des Lias noch ſo wohl erhalten vorgefunden, daß ſich die Zeichnung des Thieres damit entwerfen ließ.

Eine zweite Cephalopodenreihe bilden die Ammonshörner, welche, von der Grauwacke beginnend, bis zu den oberen Kreideſchichten ausdauern. Die erſte Stufe dieſer Reihe bilden die Goniatiten (194 foſſile Arten), deren Kammerwände am Rande einfach ausgezackt ſind. Auf ſie folgen nach Ueberſpringung mehrer Formationen, in welchen beinahe alle Cephalopoden fehlen, die beinah auf den Muſchelkalk beſchränkten Ceratiten (30 foſſile Arten) oder Ammoniten mit am Rande wellenförmig gebuchteten und etwas gezähnten Kammerwänden. Endlich ſchließt die Reihe mit den wahren, durch vielfach lobirte Kammerwandränder ausgezeichneten Ammoniten, welche in der Jurazeit, durch 323 Arten vertreten, ihr Maximum erreichen, in der Kreide aber, wo man noch 200 Arten fand, ſchon ſelten werden, in allerhand Krüppelformen ausarten und ganz ausſterben. Dieſe verhältnißmäßig kurze Dauer einer ſo überaus mannichfach entwickelten, ſo zahl- und artenreichen Gattung iſt wirklich ſehr auffallend und wird es

Ceradites nodosus.



Ammonites Elisabethae.

noch mehr durch das ganz ähnliche Schicksal der Belemniten, der Crinoideen und der meisten Saurier. Offenbar deuten diese Umstände sehr eigenthümliche Lebensbedingungen für die Jurazeit an; zugleich erscheinen aber auch diese Cephalopoden fast wie mißlungene Versuche, sehr poetische, aber unpraktische Gedanken der Natur; denn nachdem die Orthoceratiten, Goniatiten und Ceratiten bereits aufgegeben sind, entwickelt sie doch noch einmal ihre mächtige Schöpferkraft, indem sie sehr plötzlich nach einander mehr als 100 verschiedene Ammoniten- und Belemnitenarten entstehen läßt, welche eine Zeit lang örtlich fast die vorherrschenden Bewohner des Meeres gewesen zu sein scheinen, dann aber, nachdem sie noch in einige krüppelhafte Zweiggattungen (Baculiten, Scaphiten, Turriliten, Hamiten) ausgeartet sind, wieder spurlos aus der lebenden Schöpfung verschwinden.

Den verschiedenen äußeren Lebensbedingungen weit fügsamer scheinen die den Ammoniten sehr ähnlichen Nautilen mit ihren glatten Kammerwänden und ihrer durch die Mitte derselben verlaufenden Nervröhre gewesen zu sein, welche, von der Grauwackenzeit, besonders mit der ausgestorbenen Gattung der Clymenien (40 Arten) beginnend, noch jetzt, wenn auch als eine an die längst begrabene Vorwelt erinnernde Seltenheit der tropischen Meere, fortleben. Man kennt 130 fossile und nur 2 lebende Nautilen, überhaupt aber 1452 fossile Cephalopoden.

Clymenia inaequistriata.

Aus der Klasse der Crustaceen finden sich im Ganzen nur wenige deutliche Ueberreste in der Reihe der Flötzgebirge; darunter befindet sich aber die höchst interessante Familie der Trilobiten, welche, auf die ältesten Formationen beschränkt, seit der Steinkohlenzeit nicht mehr lebend existirt haben. Diese wun-

Calymene Blumenbachii.

derbaren Thiere können mit keiner lebenden Form genau verglichen werden, und ihre ſehr zuſammengeſetzten Augen ſind in unſerer Schöpfungsgeſchichte die älteſten zuverläſſigen Zeugen der Anweſenheit des Lichtes. Wie häufig ſie einſt waren, lehrt ſchon die große Zahl der bekannten Arten (422).

Von der Steinkohlenformation an findet man ſchon Scorpionen und Krebſen ähnliche Thiere, welche ſich mit lebenden Gattungen zum Theil ſehr gut vergleichen laſſen, obwohl die Arten natürlich noch nicht übereinſtimmen. Die Geſammtzahl der foſſil bekannten Cruſtaceenarten beträgt jetzt etwa 900.

Spuren von Inſecten hat man an den Pflanzenabdrücken der Steinkohlenformation gefunden, Thierkörper derſelben aber bis jetzt erſt in der Juragruppe und den jüngeren Formationen, namentlich Libellen und Käfer. Die meiſten und beſterhaltenen enthält der Bernſtein der Braunkohlenformation. Durch die große Zahl der in ihm aufgefundenen iſt die Zahl der foſſil bekannten Inſectenarten auf 1570 geſtiegen.

Die große Klaſſe der Fiſche, aus der man ſchon über 1300 foſſile Arten kennt, von denen nur etwa 2 oder 3 noch lebend exiſtiren, hat Agaſſiz in 4 Ordnungen zerfällt, von denen zwei, die Ganoiden und Placoiden, von der Grauwackengruppe beginnend, bis zur Lebenwelt reichen, während zwei andere, die Ctenoiden und Cycloiden, zuerſt in der Kreide beobachtet werden. Dieſe ſchwimmenden Thiere der Vorwelt erſcheinen ſämmtlich den verſchiedenen Medien, in welchen ſie zu leben beſtimmt waren, genau angepaßt; ſo ſehen wir die älteſten Fiſche mit dicken feſten Platten bedeckt, ohne Zweifel, um den Erſchütterungen jener Zeiträume widerſtehen zu können. Eine der wunderbarſten dieſer ausgeſtorbenen Thierformen iſt die des Pterichthys, die ich Ihnen als ein Beiſpiel ſonderbarer Naturlaune hier vorführen wollte. In der Folge legten die Fiſche dieſe harte Hülle mehr und mehr ab, weil die verhältnißmäßige Ruhe eine ſolche Rüſtung unnöthig machte.

Die ersten wirklichen Ueberreste von Reptilien, von denen gegen 400 fossile Arten bekannt sind, findet man im Zechsteine: einen Protosaurus, welche Gattung aber sogleich wieder erlischt. Fährten, welche wahrscheinlich von Reptilien herrühren, hat man jedoch schon mehrfach im Rothliegenden aufgefunden. Dann folgen in der Triasgruppe Notosaurus, Dracosaurus, Phytosaurus u. s. w., in der Juragruppe Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Teleosaurus u. s. w., in der Kreidegruppe Mososaurus, Iguanodon, Hyläosaurus u. s. w., welche Genera größtentheils nach kurzem Bestehen wieder verschwunden sind. Etwas sehr Eigenthümliches ist das drachenartige, geflügelte Thier, der Pterodactylus, welcher nur im Jurakalk vorkommt (S. 156). Von den Sauriern hat Esquiros[16]) in einer Beschreibung des Pariser geologischen Kabinets eine so lebendige Schilderung entworfen, daß ich nicht umhin kann, Ihnen hier mehrere Stellen daraus mit kleinen Abänderungen mitzutheilen.

Die Mehrzahl dieser Saurier war bestimmt, das hohe

Meer zu bewohnen: ihre Größe erſcheint uns rieſenhaft; ihr Leib war von einem knochigen Schuppenpanzer eingeſchloſſen, welcher zwei Platten, die eine für den Rücken, die andere für den Bauch, bildete. — Dieſe Ausrüſtung ſtand ganz im Verhältniſſe mit ihrer Stärke. Ein ſolches Thier konnte nur in einer Temperatur ſich entwickeln und leben, welche jener der wärmſten Gegenden unſerer heißen Zonen gleichkam — gleichwohl bewohnten dieſe Reptilien ſogar unſere Gegenden, und ſelbſt im Petſchorabecken unter dem 65. Grade nördlicher Breite hat man ihre Ueberreſte in großer Menge gefunden, welche nach Jahrhunderte langer Nacht aus ihrer Grabſtätte unter Sand- und Kalkſteinlagern hervorgezogen wurden. Wenn dieſe gewaltigen, von Menſchenhand ausgegrabenen Thiere bei ihrer Wiederkehr auf die Oberfläche der Erde Empfindung und Leben hätten annehmen können — was würden ſie wohl von unſerm kalten Planeten geſagt haben? Aber ſolche Weſen hätten höchſtens einen Augenblick zum Leben zurückkehren können, um ſogleich von Neuem zu ſterben.

Man muß demnach annehmen, daß im Laufe der Jahrtauſende ungeheure Veränderungen auf unſerer Erde vorgegangen ſind, und das Leben in der Mannichfaltigkeit ſeiner Formen dieſer allgemeinen Bewegung nur gefolgt iſt. Unter den Thieren, welche dem ſtets wechſelnden Einfluſſe der umgebenden Medien unterworfen waren, ſind einige, deren Organiſation jeder Veränderung unterlag; andere, von Natur plaſtiſcher organiſirt, konnten ſich den Veränderungen anpaſſen und mittelſt einiger Conceſſionen in der Form von einer Periode bis zur anderen erhalten, wie wir das bei den Brachiopoden und Cephalopoden geſehen haben. Sie gehören demnach eben ſo gut zu den alten, wie zu den neuen Bewohnern der Erde, deren Revolutionen ſie überſtanden haben, ohne ihre Exiſtenz dabei einzubüßen.

Der Augenblick iſt nun gekommen, ſagt Esquiros, um uns eine Vorſtellung von dem Urzuſtande der Welt in der Periode zu machen, da dieſe ſtaunenswerthen Reptilien, deren Ueberreſte wir hier vor Augen haben, die Oberherrſchaft auf Erden führten; ihre Aufeinanderfolge gleicht der Genealogie jener Despoten, die in alten Geſchichten einander die Regierung

eines Königreichs übergeben. Da iſt zuerſt der Ichthyoſaurus, der ſich auf der erſchreckten Erde zeigt. Sein Auftreten muß etwas Furchtbares, Fabelhaftes an ſich gehabt haben; wie ein Rieſe des Oceans taucht er aus dem Abgrunde, worin die Ereigniſſe die erſte Manifeſtation erſchaffener Weſen verſchlungen hatten. Was muß dieſer Ichthyoſaurus für ein Thier geweſen ſein! Man muß dieſes monſtröſe Reptil ſehen, um an ſeine Exiſtenz zu glauben. Wie die Menſchheit, ſo hat auch die Natur ihre fabelhaften Zeiten gehabt; faſt ſcheint's, als ob ſie ſich in ihrer Kindheit darin gefallen habe, mit Erſchaffung phantaſtiſcher Weſen ihr Spiel zu treiben. So bietet der Ichthyoſaurus eine unerhörte Muſterkarte entlehnter Formen dar — ein und daſſelbe Individuum vereint in ſich die Schnauze des Delphins, die Zähne des Krokodils, den Kopf der Eidechſe, die Floſſen eines Wallfiſches und den Wirbelbau gewöhnlicher Fiſche. Was aber an dieſem Thiere, bei welchem Alles außerordentlich war, am meiſten in Erſtaunen ſetzt, das iſt ſein enormes Auge: der Augapfel, der häufig größer als ein Menſchenkopf iſt, war eine Art angezündeter Laterne, die bei Nacht die Fluthen durchdrang. Dieſes Ungeheuer, in einen langen mächtigen Schweif ſich endend, lebte in einem Meere, das außer ihm von Fiſchen und zahlreichen Mollusken bewohnt war; von Zeit zu Zeit kam es auf die Oberfläche der Waſſer, um Luft zu ſchöpfen und einen Blick auf den Ocean zu werfen, dann tauchte es wieder unter, um auf Nahrung auszugehen. Sein Rachen muß eine mächtige Oeffnung gehabt haben und war überdies mit ganzen Reihen zahlreicher ſpitziger Zähne bewaffnet. Mit dieſen furchtbaren Angriffsmitteln ſtand ſeine Gefräßigkeit im Verhältniſſe.

Nicht zufrieden, dieſe ſeit Jahrtauſenden vergrabenen Thiere wieder an's Licht zu ziehen, iſt die Wiſſenſchaft ſogar bis in ihre Eingeweide eingedrungen und hat in dem Bauche des Ichthyoſaurus ſchlecht verdaute Ueberreſte von Fiſchen und Reptilien gefunden. Einige dieſer Ichthyoſaurier maßen häufig ſogar im Innern der Bauchhöhle gegen 30 Fuß in der Länge. Der Ichthyoſaurus war ohne Zweifel der größte Tyrann der Meeresbevölkerung und eine ihrer furchtbarſten Plagen: die Verheerung muß erſtaunlich geweſen ſein, wenn einer dieſer hohen, feſtge-

panzerten Barone über das fliehende Heer ſeiner Vaſallen her-fiel. Sein ſchmaler Schädel, das große Auge und die weite Kluft der Kinnladen zeigt uns, daß ſich die Natur in dieſem zweiten Zeitalter der Erde nicht ausſchließlich auf die Zwiſchen-ordnung der Reptilien beſchränkte, ſondern ihnen auch Formen auferlegte, welche unſerer Vorſtellung gemäß dem Inſtincte dieſer Thiere — wenn nicht etwa dem der Fleiſchfreſſer — nur wenig angepaßt waren. Dieſe kriegeriſchen Souveraine der Waſſer ſcheinen blos in die Welt gerufen geweſen zu ſein, um eine blinde mechaniſche Abſorptionskraft darin auszuüben: ihr Werk war wahrſcheinlich eine Nothwendigkeit, denn unter die Plane der Natur gehört auch die Zerſtörung als eine Regierungs-maßregel. Das Fiſchgeſchlecht ſcheint beſonders in den erſten Zeiten mit einer erſtaunlichen Zeugungskraft begabt geweſen zu ſein; ſein einſamer Zuſtand hatte ihm geſtattet, ſich unter der ruhigen Waſſerfläche ganz unverhältnißmäßig zu vermehren. — Vielleicht um dieſe Meeresgeneration in den Grenzen zweck-mäßigen Wachsthumes zu erhalten, oder durch dieſe reiche Nah-rung begünſtigt, entwickelte ſich die Form der Ichthyoſaurier mit ihrem enormen Appetite, ihren rieſigen Vernichtungskräften.

Dieſem Monſtrum folgen andere, noch viel außerordent-lichere Creaturen. Der Pleſioſaurus rechtfertigt die Hydren, Drachen und alle anderen fabelhaften Thiere, mit denen die Heraldik ihre phantaſtiſche Welt bevölkert hat. Mit dem Kopfe der Eidechſe und den Zähnen des Krokodils, mit dem Rumpfe und Schweife des Vierfüßlers, mit den Rippen des Chamäleons

und den Finnen des Wallfiſches — ſo ha-ben wir den Pleſio-ſaurus vor uns. Man begreift kaum, wie ein ſolches Thier nur leben konnte; und am meiſten überraſcht uns noch die unerwartete Länge ſeines Halſes. Die Lebensweiſe dieſes Reptils läßt ſich aus dieſen äußeren Charakterzügen ableiten: der Pleſioſaurus bewohnte blos ſeichte Meere und Buchten und ſchwamm auf der Oberfläche des Waſſers, indem er den ſchlanken, biegſamen Hals wie eine Schlange nach allen Seiten wendete, um ſeine

Beute zu erhaſchen. Welch' ein Anblick — dieſes ſchwimmende Reptil an ſich vorüberziehen zu ſehen! Nichts von Allem, was heutzutage in der Natur exiſtirt, erinnert auch nur entfernt an ein ſolches Geſchöpf; aber auch die Meere, die jenes erſtaunliche Thier geſehen, exiſtiren nicht mehr.

Obwohl der Pleſioſaurus in einzelnen Arten eine merkwürdige Größe und ein wunderbares Volumen — oder beſſer geſagt, gerade weil er ſolche erreichte, konnte er dem furchtbaren Umſturze, der die ältere Geſtaltung der Welt verwiſchte, nicht widerſtehen. Nach ihm kam der Moſaſaurus, mit ſehr ſtarken Zähnen bewaffnet, die bei ihm bis in den Gaumen hinabreichten, und der Megaloſaurus, eine Eidechſe von der Größe eines Wallfiſches, mit Zähnen geſpickt, die vermöge ihrer mechaniſchen Anreihung ſowohl mit dem Meſſer als mit dem Säbel und der Säge Aehnlichkeit haben. — Beide als Raubthiere und Verwüſter des oceaniſchen Reiches. Auch dieſer Megaloſaurus ſcheint ein furchtbares Thier geweſen zu ſein, ein Vandale des Oceans, ein monſtröſer Attila, von der Natur in jenen Zeiten der Barbarei zur Vertilgung der dem Untergange geweihten Meeresgeſchlechter geſendet! Beim Anblicke dieſer unglaublichen Ueberreſte, dieſer gigantiſchen Waffen, dieſer koloſſalen Panzerrüſtungen kann man ſich kaum enthalten, an furchtbare Schlachten zwiſchen dieſen Meeresſchlangen zu denken, welche in denſelben Waſſern lebten, dieſelbe Beute verfolgten und durch ihre Anzahl einander immer näher kamen. Welch' ein Augenblick, wenn dieſe Schuppenmaſſen aufeinander trafen, wenn ihre zornigen Bewegungen das Meeresbecken mit Macht aufrührten!

Dieſes bepanzerte Volk der Saurier nahm nicht allein das große Waſſer ein, auch der Himmel war ihm zur Ausbreitung ſeiner Herrſchaft angewieſen worden: fliegende Schlangen, die Merkmale des Vogels, der Eidechſe und der Fledermaus in ſich vereinigend, zogen ziſchend durch die Lüfte und nährten ſich von Fiſchen und Inſecten, auf die ſie wie die Schwalben herabſtürzten. Dieſe erſtaunlichen Flügelthiere, deren Anblick uns erſchrecken würde, wenn man ſie heutzutage ſähe, waren ohne Zweifel die Vorgänger der Vögel mit großen Flügeln, welche in der damaligen, mit kohlenſaurem Gaſe überladenen Atmo-

ſphäre noch nicht hätten exiſtiren können. Die Natur trachtet in allen Perioden, ihr Reich mit ſolchen Weſen zu bevölkern, welche den äußeren Lebensbedingungen ſtufenweiſe angepaßt ſind.

Die Größe ihrer Augen hat manche Naturforſcher zu dem Glauben veranlaßt, dieſe Pterodaktylen müßten Nachtraubthiere geweſen ſein, und in einer Zeit, da die Fledermäuſe noch nicht beſtanden, als Meereswunder die Finſterniß durchfurcht haben. Wie aber auch ihre Lebensgewohnheit beſchaffen ſein mochte, ſo krönten ſie jedenfalls würdig jene Wunderwelt von eigenthümlichen, heutzutage unmöglichen Thieren, wie ſie dieſes Zeitalter der Erde bezeichnen.

Wir müſſen jedoch beim Anblicke dieſer Urthiere jeden Gedanken an das Wunderbare und Monſtröſe fern halten: ſie waren für ihre damalige Welt gerade ſo natürlich, wie die jetzigen Thiere für die nunmehrige Periode. Je tiefer man in jene großen Epochen der Schöpfungsgeſchichte eindringt, deſto deutlicher ſieht man, wie ſich die Natur fortwährend in Harmonie mit ſich ſelbſt erhalten hat: dieſelbe Erſchütterung, welche durch Umſetzung des Liquidums die Meeresbevölkerung erneuerte, führte in der Atmoſphäre ähnliche Veränderungen mit ſich, welche ſodann die Landthiere wie die Pflanzen gleichermaßen umgeſtalteten — Alles ſchritt zu gleicher Zeit und nach gegenſeitig ſolidariſchen Geſetzen vorwärts. Wenn uns demnach dieſe Urthiere ſo ſehr in Erſtaunen ſetzen, ſo iſt der Grund der, daß dieſe Welt ſeit deren Untergange ſich beträchtlich verändert hat, und daß wir für einen dauernden Zuſtand zu halten geneigt ſind, was nur eine der vorübergehenden Phaſen der Natur geweſen.

Wie war nun aber die Welt in jenem Zeitalter der Jugend beſchaffen? Wir haben ſo eben geſehen, daß die Reptilien vorherrſchten; ihr Reich war das weite Meer. Einige waren ausſchließlich Bewohner der großen Gewäſſer, andere Amphibien, wieder andere hielten ſich an die Erde und krochen um die von üppiger Vegetation bedeckten Savannen; auf dem Sande der

Meeresbuchten, der Seen und Flüſſe lagerten ſich dieſe, während ihre Knochenrüſtung in den heißen Strahlen der Sonne funkelte, wogegen jene im Schatten der großen Rohr- und Bambusdickichte, der Palmen und anderer hochſtämmigen Monokotyledonen weichgebettet lagen.

Es iſt nicht ſo ſchwer, als man glauben könnte, ſich dieſes Mittelalter der Erde zuſammen zu conſtruiren: die Geologie, obwohl erſt ſeit geſtern geboren, hat durch ihre Ausgrabungen zahlreiche Nachweiſe geſammelt; nicht blos einige verſteinerte Individuen ſind wieder an's Tageslicht gekommen — nein, auch die Eier der Reptilien, ihre Excremente ſogar hat die Wiſſenſchaft andächtig geſammelt, auch durch ihre Fußſpuren haben ſich gewiſſe Thiere, die man jetzt nicht mehr findet, ſowie die Lebensweiſe derjenigen geoffenbart, die ſich in unteren Erdſchichten erhalten haben. Beachten Sie im rothen Sandſteine die Fußſpur einer Schildkröte oder eines Sauriers, welche ſich in einer Zeit, da der Stein noch nicht verdichtet war, darauf bewegten — ſo haben Sie ein einfaches Thier, deſſen gewöhnlichſtes Wirken die Natur auf Erden zu verewigen Sorge getragen hat. Nun geht und ſucht einmal die Spuren von den Siegertritten eines Alexander, eines Cäſar oder Napoleon auf dem Schauplatze ihrer Eroberungen!

Die Aera der Reptilien war noch nicht abgeſchloſſen, als jene Meeresbevölkerung eines Uebergangszeitalters ſich bereits ſolchen Formen näherte, welche unſerer eigenen Kenntniß nicht mehr ſo fern liegen. Der Teleoſaurus, dem Krokodile näher ſtehend, und endlich das Krokodil ſelbſt treten auf den Schauplatz. Es läßt ſich vermuthen, daß dieſe Letztgebornen des Reptiliengeſchlechtes die Kette bildeten, welche in der Reihenfolge der Zeiten und der Natur die Saurier mit den Säugethieren verknüpfen ſollte — und hiermit iſt der Augenblick gekommen, wo eine große Umwälzung ſich vollenden mußte.

Von Vögeln finden wir die erſten Spuren in dem rothen Sandſteine des Staates Maſſachuſets, welcher ungefähr dem bunten Sandſteine Deutſchlands zu entſprechen ſcheint. Es ſind das nur Fußeindrücke, aber von rieſiger Größe; die 2 bis 17 Zoll langen Zehen und die 4 bis 7 Fuß langen Schritte deuten auf ein dem Strauß verwandtes Thier von erſtaunlicher Größe hin, welches vermuthlich während der Ebbezeit auf dem trocken gelegten Meeres-

fande ſeine Nahrung ſuchte. Lyell hat in der Bay of Foundy, wo die Fluth gegen 60 Fuß Höhe erreicht, durch einen Strandläufer noch jetzt dergleichen, nur weit kleinere Fußeindrücke bilden, und durch Sandanſchwemmungen der nächſten Fluthzeit begraben ſehen. Die älteſten Knochenreſte von Vögeln fanden ſich aber erſt in den weit neueren Schichten der Kreideformation und auch da ſehr ſelten, was bei der eigenthümlichen Lebensweiſe der geflügelten Thiere eben nicht ſehr verwundern kann. Häufiger ſind in neueſter Zeit in einigen Molaſſeſchichten des Mainzer, Pariſer und Londoner Beckens, ſowie in den alten Schlammablagerungen einiger Flüſſe Neuſeelands Vogelknochen gefunden worden, welche letzteren nach Owen zum Theil von ſtraußartigen Vögeln herrühren, die eine Höhe von 10 bis 14 Fuß gehabt haben müſſen. Man hat dieſen mehr als zwei Mann hohen Vögeln den Namen Dinoris gegeben, ihre Knochen rühren offenbar aus einer geologiſch ſehr neuen Ablagerung her; man hoffte anfangs, ſie im Innern von Neuſeeland oder Neuholland noch lebend aufzufinden, aber alle Nachforſchungen ſind bis jetzt vergeblich geweſen.

In den neueſten Ablagerungen Europa's ſind mehrfach ſchon verſteinerte Eier von Vögeln aufgefunden, deren Schalen noch ganz wohl erhalten ſind, während ihr Inneres mit Kalkſpath oder Kalktuff erfüllt iſt.

Ich habe Ihnen ſchon erzählt, daß gewiſſe fünfzehige Fußeindrücke im bunten Sandſteine eine Zeit lang für Säugethierfährten gehalten, dann aber mit mehr Wahrſcheinlichkeit Reptilien zugeſchrieben wurden. So tief in der Schichtenreihe ſind daher noch keine Säugethierreſte ſicher bekannt. Neuerlichſt glaubt Plininger im oberen Keuper Würtembergs Säugethierreſte aufgefunden zu haben, da aber dieſer neue Fall noch nicht mehrſeitig beſtätigt iſt, ſo ſind vor der Hand die Knochenreſte in den Stonesfielder Schiefern der engliſchen Juraformation als die älteſten zuverläſſig von Säugethieren herrührenden anzuſehen. Sie gehören einem Beutelthiere an, und das iſt um ſo merkwürdiger, da dieſe Thiere eine Mittelſtufe einnehmen zwiſchen den Eier legenden und lebendig gebährenden Thieren. Dieſe Zwitterweſen vereinigen gewiſſermaßen die Functionen des Eierlegens und des Säugens in ſich. Mit einer großen

ußentaſche unter dem Magen verſehen, deponiren ſie ihre ungen nach einer ſehr kurzen Tragezeit in dieſem Beutel. Die albgeborenen bleiben mit der Schnauze an den Brüſten der utter hängen, bis ſie fähig ſind, an die äußere Luft zu tre-n; ſie werden auf dieſe Weiſe gewiſſermaßen zweimal geboren. ieſe Uebergangsweſen zweier Thiergruppen (der Vögel und äugethiere) ſind wahrſcheinlich die erſten Säugethiere, welche e Erde betraten. Auch hier alſo iſt ein deutlicher Fortſchritt m Niederen zum Höheren im Gange der Schöpfung zu be-erken.

Eine andere Hauptform, unter welcher die Säugethiere erſt auf unſerer Erde auftraten, iſt die der Cetaceen; auch ſe ſind, wie Sie wiſſen, vermittelnde Glieder zwiſchen zwei ierklaſſen, und zwar zwiſchen den Fiſchen und Säugethieren. allfiſche, Delphine, Seepferde, Seekühe und auch die wunder-re Form des Hydrarchos (Zeuglodon) gehören hierher. „Dieſe eeresgäſte" — ſchreibt Esquiros — „näherten ſich häufig n Küſten, um dort ihre Nahrung zu ſuchen. Auf der klaren uth, die noch keine Barke, kein Schiff entweiht hatte, an den t endloſer Vegetation geſchmückten Küſten, vornehmlich an der ündung der großen in das Meer ſich ergießenden Ströme, ke ich mir die Seekuh, wie ſie als Wiederkäuer das Gras : Küſte abweidet — ein eigenthümliches Thier: die zahlreichen, chgeſchwellten Brüſte über das Waſſer erhebend, die Floſſen, n Weitem unſeren Händen nicht ganz unähnlich, die Haare, n reichen Schmucke der Frauen vergleichbar — ſo könnte man ihnen, ein Zwittergeſchöpf, halb Menſch, halb Fiſch vor ſich haben, das wie die Tritonen und Sirenen der Alten das ich des Oceans in jenen fabelhaften Zeiten beſuchte."

Unter den ſpäter überwiegenden Landſäugethieren ſpielen Pachydermen (Dickhäuter) eine wichtige Rolle. Dieſe n Theil rieſigen Pflanzenfreſſer lebten in den Wäldern und asſteppen der Continente, auf welchen der Menſch erſt weit ter ſeine Herrſchaft begründen ſollte. Darwin hat trefflich hgewieſen, daß zu ihrer Ernährung nicht gerade eine außer-entlich üppige Tropenvegetation nöthig iſt, wie denn große erden ſolcher Thiere gegenwärtig das waldarme ſüdliche ika bevölkern. Aber den Fleiſchfreſſern mußten ſie den Ge-

setzen der Natur gemäß nothwendig vorausgehen. Paläotherien, Lophiodons, Anoplotherien, Cheiropotamen, Adapis und Xiphodonden und wie man sie weiter benannt, bewohnten jene Welt. An die Spitze dieser neuen Gäste der Erde stellte sich durch Kraft und monströse Merkmale ein Thier, das unsere ganze Erfahrung in Erstaunen setzt: im Schatten der riesigen Coniferen, der hochstämmigen Palmen, die ihre breiten Laubfächer im Windhauche wiegen,

Skelett des Mylodon robustus, dem Megatherium ähnlich.

seht Ihr nicht das wunderbare Megatherium aufrecht stehend oder träge gelagert, in seinem gewichtigen Knochenpanzer, die Hinterbeine wahre Pfeiler vorstellend, wie es mit seinem Rüssel Wurzeln ausreißt und zermalmt — eine Art Maschine von ganz außerordentlicher Mächtigkeit? Dieses Faulthier hat nicht nöthig zu fliehen oder zu verfolgen; die Unbeweglichkeit ist seine Stärke, die drohenden Klauen und sein eigenes Gewicht sind

ihm Schutzes genug. Mag auch der Kuguar oder das Krokodil herankommen, das Megatherium fürchtet ſich nicht: dieſes wird mit einem einzigen Fußtritte zermalmt, der Kuguar mit einem Schlage ſeines Schuppenſchweifes zu Boden geworfen. Dieſe lebendige Feſtung bewegte ſich mit plumpen, langſamen Schritten über den Boden, der unter einer ſolchen Laſt aufſeufzte.

Neben dem Megatherium lebte der Megalonyx, ſein Bruder und Nebenbuhler beinahe, nur von geringerer Größe, mit langen ſcharfen Nägeln bewaffnet: auch dieſes Thier iſt jetzt unbekannt auf der Erde. Jene ganze Bevölkerung plumper, mächtiger Weſen wurde jedoch von dem Dinotherium giganteum, deſſen Name ſchon ſeine enorme Größe andeutet, weit

übertroffen — ſeine Ueberbleibſel gleichen eher denen eines rieſigen Denkmals, als den Reſten eines Thieres. Zwei mächtige, abwärts gebogene Hauer am unteren Kinnbacken mochten dem Thiere ein wildes, grauſenhaftes Anſehen geben. Wie müßte ſich wohl eine ſo incommenſurable Maſſe auf unſerm mit Städten bedeckten und durch die Wohnſitze des Menſchen eingeengten Continente ausnehmen!? Das Dinotherium bedurfte zum Aufenthalte die endloſen Einöden und die mit rieſigen Bäumen bevölkerten Wälder, in denen die Natur die zu ſeinem Unterhalte nöthigen Materialien niedergelegt hatte — in unſerer Welt möchte es ſchwerlich lange beſtehen. Ein wichtiges Geſetz der geographiſchen Zoologie lehrt, daß die Natur den Wuchs der Thiere jederzeit den Orten anpaßt, die ſie zu bewohnen beſtimmt ſind: und ſo ſetzen dieſe mächtigen Weſen eine gleich immenſe Umgebung voraus, worin ſie ihre vereinzelten Maſſen bewegen konnten.

Gegenüber dem Dinotherium, dieſem Rieſen der alten Welt,

erhob ſich ein anderer Koloß, dem die Wiſſenſchaft den Namen Maſtodon gegeben; obwohl dem Elephanten ſich nähernd, war er dennoch in Bau und Größe von letzterem verſchieden und gehörte noch zu einer älteren Ordnung der Dinge. Die fabelhafte Größe ſeiner Mahlzähne, die furchtbaren Spitzen, die aus ihnen hervorragten, und ein gewiſſes wildes Grauen, das das ganze Weſen umgab, ließ daſſelbe lange Zeit für ein fleiſchfreſſendes Thier gelten, eine Anſicht, die durch die neuere Auffindung ſeines Rieſenmagens, den man mit zermalmten Baumzweigen angefüllt fand, beſeitigt wurde. Außerdem nährte ſich dieſes ſtarkgliedrige Thier von Wurzeln und anderen fleiſchigen Pflanzentheilen, welche Lebensweiſe den Koloß nach feuchtem Moorboden oder dem Ufer der Flüſſe hinzog, aus denen er mit ſeinem großen verlängerten Rüſſel eine Menge von Waſſer einſog.

Man hat die Vermuthung aufgeſtellt, dieſe Thiere könnten vielleicht in den uralten Gegenden Indiens und Amerika's noch in lebenden Exemplaren angetroffen werden — umſonſt, denn wir ſehen ja unſere jetzigen Continente nach allen Seiten von Reiſenden durchſtreift, zahlreiche Banden von Wilden nehmen die weiteſten Länderſtrecken ein, ohne daß jemals ein dem Megatherium, dem Dinotherium oder dem Maſtodon ähnliches Geſchöpf gefunden worden wäre.

Die Wilden haben über den Untergang dieſes Rieſenthieres eine Sage, deren naive Weisheit uns in Erſtaunen ſetzt. Die Eingeborenen Virginiens erzählen, das Maſtodon ſei aus dem Grunde vernichtet worden, um zu verhindern, daß nicht das Menſchengeſchlecht zu Grunde gehe; der Kampf ſei ſchrecklich geweſen. Manito, der große Vater, habe nach ſeinem Donner gegriffen und alle, mit Ausnahme eines einzigen, zu Boden geworfen; dieſer letzte Rieſe habe die Blitze mit ſeinem Haupte parirt und einen nach dem anderen, wie ſie herabfielen, von ſich geſchüttelt; endlich aber in der Seite verwundet, ſei er nach den großen Seen geflohen, wo er ſich noch heutiges Tages aufhalte. Tradition und Erfahrung — Alles beweiſt, wie man ſieht, daß ſich das Maſtodon, gleich den anderen Thieren ſeiner Periode, gegen die Veränderungen, welche der ewige Schöpfer der Dinge in ſeiner Welt vorbereitete, unmöglich zu halten ver-

mochte. Dem Untergange dieser riesigen Säugethiere im Kampfe mit der Natur haben vielleicht die Fabeln vom Jupiter und den Titanen ihre Entstehung zu verdanken; auch die alten Geschichten, die fast alle im Anfange der Dinge von einem anfänglichen Riesengeschlechte erzählen, mögen diese Idee aus derselben Quelle geschöpft haben.

Auch das von Koch im Staate Missuri aufgefundene Missurium schließt sich als größter Koloß den vorigen, weiter verbreiteten, würdig an. Sie haben vielleicht Abbildungen seines Riesenskelettes gesehen, welches eine Länge von 30 Fuß und eine Höhe von 15 Fuß besitzt.

Elephant, Rhinoceros, Nilpferd — lauter bekannte Thiere — erheben ihre imposanten Massen aus dem Schiffbruche der alten Geschlechter. Hier wird die Vergleichung mit den noch lebenden Gattungen sehr leicht, da die Elephanten und Rhinocerosse aus dem Eise, das sie ergriffen und Jahrhunderte lang conservirt hatte, noch ganz mit Fleisch, Haut und Haaren bedeckt, hervorgegangen sind. Der antediluvianische Elephant war 15—18 Fuß hoch, grobe röthliche Wolle bildete sein Fell, lange schwarze, ausnehmend steife Haare fielen ihm wie eine Mähne über den Rücken herab. In seinem Magen fand man zermalmte Tannenzweige, die er mit derselben Leichtigkeit verspeist zu haben scheint, wie wir etwa Spargel essen. Haarbedeckung und Nadelholz als Nahrung deuten gleichzeitig an, daß das Klima seines Wohnortes keineswegs ein tropisches war.

Diese vorletzte Bevölkerung der Erde — wenngleich von der jetzigen verschieden — ist ihr dennoch sowohl durch die Ordnung der Zeit, als durch die der Lage sehr nahe gebracht; so hat man in Flußbetten noch ganz unberührte Skelette, Knochen mit wohlerhaltener Gallerte und Zähne vorgefunden, deren Elfenbein ein wichtiger Gegenstand des Handels geworden ist. Die Ueberreste dieser letzten großen Säugethiere verrathen zwar immer noch ein Streben, die jetzigen Größenverhältnisse zu überschreiten: nichtsdestoweniger hatte sich unverkennbar dieses Streben bedeutend vermindert, und wenn auch diese letzten Repräsentanten der Natur, wie sie vor der Sindfluth gewesen, noch immer Gestaltungen darboten, welche die unserer jetzigen Periode an Masse überwogen, so gingen doch diese Formen

mit jedem Tage neuen Veränderungen entgegen und erwarteten nur noch eine letzte Kataſtrophe, um für immer zu verſchwinden. An dieſer Abnahme der brutalen Kräfte, an dieſen neuen unerwarteten Symptomen der Natur merkt man, daß der Menſch nächſtens auftreten wird und daß das Thierreich ſich anſchickt, demſelben den Platz zu räumen.

Und nun noch einen letzten Blick auf dieſe Welt, welche zu einer abermaligen Neuerung — der letzten — beſtimmt iſt. Meere, Seen, Flüſſe, von denen die einen nicht mehr beſtehen, die anderen ihre Stelle gewechſelt haben, beſpülen ſchon ſehr ausgedehnte Continente. Erhebungen der Gebirge, von langen Erſchütterungen des Meeres begleitet, haben der neueren Geſtaltung der Erde ihre Hauptumriſſe vorgezeichnet; die Temperatur iſt gegen die früheren Zeitalter viel gemäßigter geworden und hat ſich nach der Berechnung der Naturforſcher zugleich mit dem Thierreiche dem jetzigen Zuſtande genähert; hundertjährige Bäume, den jetzigen Pappel-, Weiden-, Kaſtanien- und Sykomorengeſchlechtern verwandt, bildeten dichte Waldungen, in denen das Elenthier, der Damhirſch, das Rennthier und andere bekannte Gattungen — jetzt freilich nach ſehr verſchiedenartigen Klimaten verſetzt — das üppige Gras gemeinſam abweideten.

Megaceros hibernicus.

Man kann ſich nicht leicht eine Vorſtellung von dem Hirſche machen, deſſen Geweihe 14 Fuß Breite erreichten; das Thier muß eine wunderbare Größe, Stärke und Behendigkeit beſeſſen haben. Welche Rieſenforſte mußte die Natur erſchaffen, um [illegible] Gaſt zu beherbergen, der ſelbſt einen

Wald auf dem Haupte zu tragen ſcheint! Wie ſchön möchte es geweſen ſein, ihn durch dieſe jungfräulichen Wildniſſe mit einer wilden Meute an den Ferſen hinſtreichen zu ſehen! Die Hunde jener Zeit ſtanden in der That im Verhältniſſe zu dieſem Hirſche: die Entdeckung eines dem Hundsgeſchlechte angehörigen Zahnes machte es Cuvier möglich, mit Hülfe der Geſetze der vergleichenden Anatomie ein Thier zuſammen zu conſtruiren, das, bei einer vorderen Höhe von wenigſtens fünf Fuß, von der Spitze der Schnauze bis zur Wurzel des Schweifes mindeſtens acht Fuß in der Länge maaß. Dieſer rieſige Hund und jener erſtaunliche Hirſch — ſind ſie nicht würdige Repräſentanten der phantaſtiſchen Jagden, wie ſie in den Sagen vom wilden Jäger vorkommen? — Und dies war noch nicht die ganze Bevölkerung dieſer Urwälder: ein dem Auerochſen verwandtes Thier, ein anderes, das trotz der verſchiedenen Richtung ſeiner Hörner der Stammvater des heutigen zahmen Ochſen zu ſein ſcheint; zahlloſe Pferde, die ſich noch nicht im Joche der Arbeit gebeugt hatten. Das Elasmotherium, ein Thier vom Wuchſe des Rhinoceros, das der jetzigen Schöpfung abgeht und den Uebergang von dieſem letzteren zum Pferde bildet; noch andere Einhufer und Wiederkäuer bewohnten in Abweſenheit des Menſchen die weiten Länderſtrecken.

Je mehr wir uns den höheren Erdſchichten nähern, deſto zahlreicher werden die Raubthiere, welche, vermöge ihrer Organiſation, nach den Menſchen und Affen die höchſte Sproſſe der animalen Leiter einnehmen. Der Geiſt des Schöpfers gleicht hierin dem der großen Poeten, welche, weit entfernt an ihren letzten Werken eine Spur der Schwäche oder Ermüdung merken zu laſſen, dieſelben vielmehr der Vollendung immer näher bringen. Unterirdiſche Stalaktiten- und Sintergrotten, in beträchtlicher Tiefe im Innern der Gebirge an einander gereiht, enthalten eine ungeheure Maſſe von Ueberreſten, welche früheren Fleiſchfreſſern, beſonders Hyänen angehören. Man findet Knochen von Rhinoceroſſen, Elephanten, Nilpferden, Pferden, Ochſen und Hirſchen, die von jenen Thieren hereingeſchleppt waren, ja einige derſelben zeigen deutliche Spuren von Zähnen, die daran genagt haben mochten. Die früheren Raubthiere verfolgten ſich gegenſeitig mit großer Wuth; ſo findet

ſich unter jenen Ueberreſten ein Hyänenkopf mit einer ſpäter wieder zugeheilten Wunde. Hier fände unſere Einbildungskraft ein ſchönes Feld vor ſich, wenn ſie ſich im Innern jener düſteren Höhlen die Kämpfe jener zahlreich darin wimmelnden furchtbaren Raubthiere, die den unſrigen an Stärke weit überlegen waren, vorſtellen, wenn ſie ſich die Hyänen, Löwen, Tiger, Panther und Füchſe ausmalen wollte, welche das frühere Thierreich mit ihrem grauſamen Blutdurſte verheerten. Die durch Stärke, Heißhunger und Tücke gefährlichſte Beſtie ſcheint unter dieſen fleiſchfreſſenden Tyrannen ein großer Höhlenbär — Ursus spelaeus — mit gewölbter Stirne geweſen zu ſein. Betrachten wir einmal ſeinen Fangzahn, der die Naturforſcher durch ſeine Größe in Erſtaunen ſetzt — es iſt ein Hundszahn, ſehr lang und ſtark zuſammengedrückt, nach Außen vorſpringend und dem Oberkiefer dieſes antediluvianiſchen Bären angehörend, der in den finſteren Höhlen des alten Deutſchlands ſein Reich errichtet hatte. Nach den Knochenhaufen der verſchiedenſten Thiere zu ſchließen, welche ſein Skelett überall umringen, muß er beträchtliche Verheerungen in ſeinen Staaten angerichtet haben.

Vielleicht daß damals noch andere Fleiſchfreſſer, die in der jetzt lebenden Natur nicht mehr figuriren, exiſtirten. Zwar haben die Naturforſcher nicht für nöthig erachtet, für jene Bären, Hyänen, Tiger und die ſonſtigen Beherrſcher des alten Thiergeſchlechtes neue Gattungen zu begründen; gleichwohl dürfen wir nicht unerwähnt laſſen, daß keines jener Thiere ſeinen jetzigen Nachkommen vollkommen gleich iſt — zwiſchen ihren Skeletten und denen der noch lebenden Beſtien ſind mancherlei Verſchiedenheiten zu bemerken, während die Oſteologie zwiſchen dem Pferde und dem Eſel keinen Unterſchied einräumt. Die äußeren Einflüſſe mußten vornehmlich die Oberfläche dieſer untergegangenen Thiere berühren und ihrem Felle wie der äußeren Geſtaltung beſondere Charakterzüge einprägen: ſo iſt das im Jahre 1770 am Ufer des Wilhoui entdeckte Rhinoceros aus dem umgebenden Eiſe mit einer Haarſchicht an den Füßen hervorgegangen, während ſich bei dem lebenden Rhinoceros in Indien und am Cap nichts Aehnliches vorfindet. Dieſe ſcharfe Scheidelinie zwiſchen den beiden Zoologien der Urwelt und der Neuzeit nöthigt uns zu dem Glauben, daß während der gan-

zen vorſindfluthlichen Aera eine von der jetzigen ſehr weſentlich verſchiedene Welt beſtanden habe, welche anderen Bedingungen unterworfen war und nur durch langſam und ſtetig fortwirkende Urſachen, an deren Schluſſe plötzlich ein großes Ereigniß eintrat, in den nunmehrigen Zuſtand übergehen konnte.

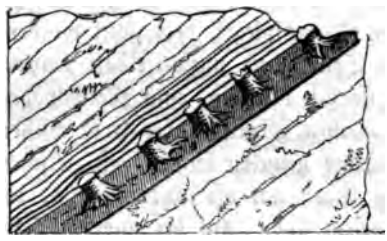
Dieſes Ereigniß, das die alte Geſchichte der Erde abſchließt, hat in ſämmtlichen Traditionen den Namen der Sindfluth (große Fluth) angenommen. Aber die Sindfluth der Geologen entſpricht inſofern nicht der bibliſchen (fälſchlich Sündfluth) und deukalioniſchen Fluth, als ſie jedenfalls vor die hiſtoriſche Zeit fällt, denn noch nie iſt ein Ueberreſt von Menſchen mit denen jener ausgeſtorbenen Thiere auf ſolche Art zuſammen gefunden worden, daß man daraus auf eine gleichzeitige Exiſtenz beider ſicher zu ſchließen berechtigt wäre. Wiſſen wir doch nicht einmal, ob die traditionellen Fluthen der alten Völker überhaupt erlebte oder ob ſie nicht blos mythiſche ſind, die man aus geologiſchen Erſcheinungen ſchloß.

Die Vertheilung der Verſteinerungen in den Geſteinsſchichten belehrt noch über gar viele Zuſtände und Begebenheiten der Vorwelt, die ich Ihnen nicht alle entwickeln könnte, ohne ein dickes Buch darüber zu ſchreiben. Nur Einiges will ich noch berühren.

Wir finden Meeresmuſcheln faſt überall in den Schichtgeſteinen des Feſtlandes, und ſie ſind ſogar in Felsmaſſen, 16,000 Fuß über dem jetzigen Meeresſpiegel, beobachtet worden. Daraus geht auf der einen Seite ganz unzweifelhaft hervor, daß die Gegenden, in denen ſie ſich befinden, einſt Meeresboden waren, ja noch mehr, die meiſten Gegenden der Erde müſſen wiederholt bald Meer, bald Land geweſen ſein, denn zwiſchen rein meeriſchen Ablagerungen liegen gar oft wieder ſolche, die deutlich unter Süßwaſſer abgeſetzt ſind. Auf der anderen Seite dürfen wir aber aus den viele tauſend Fuß über dem jetzigen Meeresſpiegel liegenden Meeresablagerungen keineswegs ſchließen, das Waſſer habe einſt wirklich ſo hoch geſtanden. Dieſe hochliegenden Meerbildungen ſind vielmehr ſtets als durch vulkaniſche (plutoniſche) Thätigkeit gehoben zu betrachten, was denn auch in den meiſten Fällen aus den mechaniſchen Zertrümmerungen dieſer gehobenen Schichten erſichtlich iſt. Gerade ſo

findet man Landpflanzenreſte oft tief unter dem Meeresniveau, ohne deshalb allemal annehmen zu können, ſie ſeien in dieſer Tiefe durch Waſſer abgelagert worden. Manchmal ſind ſie vielmehr ſo wohl erhalten, oder befinden ſich gar in ſolcher aufrechter und eingewurzelter Stellung von Geſtein umſchloſſen, daß daraus ganz deutlich hervorgeht, ſie müſſen an der Stelle, wo ſie wuchſen, auch begraben ſein. Da nun Landpflanzen offenbar nicht unter dem Waſſer wachſen konnten, das Meer aber jedenfalls nicht um ſo viel zugenommen haben kann, als ſie jetzt darunter liegen, ſo können ſie nicht anders als durch theilweiſe Senkung der Erdkruſte in dieſe Lage gekommen ſein. Das S. 76 Mitgetheilte hat Ihnen über dieſe Vorgänge bereits Erklärungen zu geben verſucht.

Die foſſilen Organismen haben ſehr häufig und auf verſchiedene Weiſe ihre urſprünglichen Wohnplätze verändert, theils *vor*, theils *nach* ihrer Umſchließung von Geſtein. Durch Flüſſe und Meeresſtrömungen ſind ſie im lebenden oder todten Zuſtande von ihren natürlichen Wohnplätzen fortgeführt und zuſammengeſchwemmt. Durch Hebungen und Senkungen nach ihrer Einlagerung in Geſteinsſchichten einer Orts- oder Stellungsveränderung unterworfen worden. Den letzteren Fall verſinnlicht eine bei Culworth Cove in Dorſetſhire gemachte Beobachtung ganz beſonders deutlich. Hier findet ſich eine Geſteinsſchicht voll noch aufrecht ſtehender, im Boden wurzelnder Baumſtrünke, da aber die Schicht nach ihrer Ablagerung durch einſeitige Hebung oder Senkung in ſchräge Stellung gebracht iſt, ſo ſtehen nun auch alle Baumſtrünke ſchräg, wie ſie nimmermehr gewachſen ſein können.



Man hat aber auf die Ortsveränderung, vor der Umſchließung der Organismen vom Geſtein, ſicher einen zu großen Werth gelegt, wenn man dadurch die Anweſenheit tropiſcher Formen in Polargegenden erklären zu können glaubte. Dieſe finden ihre Erklärung nur dadurch, daß man eine, auch durch

viele andere Umſtände angedeutete Abnahme der Temperatur
s ganzen Erdkörpers annimmt. Es war früher überall wär-
:r, die Atmoſphäre war dichter und feuchter, und daher konn-
ı baumförmige Farren, Lycopodien und Schafthalme, wie
jetzt kaum noch zwiſchen den Wendekreiſe, gedeihen, während
ɛ Kohlenperiode im jetzigen England und Deutſchland üppig
zetiren.

Dadurch, daß die Organismen der einzelnen geologiſchen
:rioden von einander abweichen und zugleich eine Entwicke-
ıgsreihe der organiſchen Schöpfung darſtellen, ſind ſie die
herſten Hülfsmittel zur Beſtimmung des relativen Alters der
eſteinsſchichten geworden, welches man urſprünglich nur aus
:en Uebereinanderlagerung erkennen konnte. Für die Geologie
ıd ſie wahre Denkmünzen.

Fünfundzwanzigſter Brief.

Erratiſche Blöcke.

„Die großen Felsblöcke, über deren Verbreitungsurſache noch lange geſtritten werden wird, die wir aber geneigt ſind minder tragenden Eisſchollen, als dem Durchbruch und Herabſturz zurückgehaltener Waſſermaſſen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuſchreiben.“

v. H.

Die Continente der nördlichen Hemiſphäre bis zum 50.
ırad nördl. Breite, und nach Darwin auch die Südſpitze
merika's, ſind vielfach mit großen Felsblöcken überſtreut, die
icht dem Boden angehören, auf dem ſie ruhen, deren weit ent-
rnter Urſprung ſich oft ſogar ſicher nachweiſen läßt. So fin-
:t man über das große nordeuropäiſche Tiefland verbreitet,
ɔn den Quellen der Dwina bis an den Canal von Calais
ıf feſtem Felsboden oder auf Lehm, Sand und Geſchiebeland
ıhend, Tauſende von Geſteinsblöcken, die ihrer ganzen Natur
ıd Verbreitung nach nur aus den ſkandinaviſchen Gebirgen

herrühren können. Viele derſelben haben eine beträchtliche Größe, ſie entſchädigen dieſe Flachländer für den Mangel an Felſen. Baumaterialien vieler Art werden aus ihnen gewonnen, die große Granitſchaale vor dem Muſeum in Berlin iſt aus einem ſolchem Blocke geſchnitten, und der Schwedenſtein auf dem Schlachtfelde bei Lützen verdient dieſen Namen nicht blos als Denkmal Guſtav Adolph's, ſondern auch ſeines ſkandinaviſchen Urſprunges wegen.

In ähnlicher Weiſe findet man, vom hohen Norden Amerika's ausgehend, zahlreiche Felsblöcke über den Boden der nördlichen Vereinsſtaaten ausgeſtreut, und in den Hügelländern und Ebenen, die an die Alpen anſtoßen, ſind überall Felsblöcke verbreitet, welche von den hohen Kämmen des Gebirges abſtammen, jetzt aber 10 oder 15 Meilen davon, oft die Abhänge von Bergen bedecken, die aus anderem Geſtein beſtehen. Es iſt, als wenn Titanen ſtatt einen Oſſa aufzuthürmen, die Felſen der Gebirge im gewaltigen Kampfe gegen die Ebenen und Hügelländer geſchleudert hätten.

Dieſe Findlinge tragen oft deutliche Spuren der Art ihrer Fortbewegung an ſich, ſie zeigen abgeſchliffene und parallel gefurchte Seiten. Damit in Uebereinſtimmung ſcheint es zu ſtehen, daß auch der Felsboden, von dem ſie herſtammen, häufig gerundete, abgeſchliffene und parallel gefurchte Oberflächen zeigt. Unterſucht man die Art ihrer Verbreitung näher, ſo findet man, daß die ſkandinaviſchen Felsblöcke radienartig ausgeſtreut ſind, die Geſteinsarten in dieſen einzelnen Radien ſind ungefähr dieſelben, und die Richtung ihrer Verbreitung führt zu den anſtehenden Geſteinen derſelben Art zurück. Im Umkreiſe der Alpen dagegen zeigt ſich die Verbreitung von der Lage der Hauptthäler abhängig. Es laſſen ſich in der niederen Schweiz, am Jura und in den italieniſchen Vorbergen deutlich die Blockgebiete der Rhone, der Aar, der Reuß, der Adda u. ſ. w. unterſcheiden.

Hier in den Alpen iſt die Transportweiſe dieſer Blöcke unverkennbar und ſehr beſtimmt nachgewieſen. Sie ſind als Moränenblöcke von früher weit ausgedehnteren Gletſchern dahin getragen, wo ſie ſich finden (vergl. den einunddreißigſten Brief). Sehr zweifelhaft iſt dagegen noch die Transportweiſe unſerer

nordiſchen Geſchiebe. Der Umkreis ihrer Verbreitung iſt für die, von Manchen auch auf ſie angewendete Gletſchertheorie zu groß. Es überſchreitet die Grenzen des Denkbaren, Gletſcher anzunehmen, welche von den norwegiſchen Gebirgen faſt ohne allen Abfall des Bodens bis an die Elbe und bis Moskau, ja ſelbſt bis an die Küſten Englands reichen, und ſich über dieſen kaum geneigten, aber unebenen Boden, mit Moränen beladen hinweg bewegen. Auch ſind die Erſcheinungen der geſchliffenen und ausgefurchten Felsoberflächen an den Küſten Skandinaviens in vieler Beziehung abweichend von den Gletſcherwirkungen in der Schweiz. Sie finden im Kosmos, daß v. Humboldt ſich für einen Durchbruch und Herabſturz zurückgehaltener Waſſermaſſen bei Hebung der Gebirgsketten ausſpricht, durch welchen die Blöcke fortgeſchafft ſeien. Gegen dieſe Anſicht ſind aber neuerlich von ſehr guten Beobachtern ſo viele Gründe erhoben worden, daß ſie ſchwerlich länger haltbar bleiben wird. Beſonders deutet das ganze Blockphänomen mit allen zugehörigen Erſcheinungen auf eine viel längere Bildungsdauer, als einer ſo gewaltigen Kataſtrophe, wie der ſogenannten Geröllfluth (petridelauniſchen Fluth) zugeſchrieben werden kann. Sie könnte nicht fußtiefe Furchen in feſten Granit waſchen, die Felsoberflächen glatt abſchleifen und auch wohl ſchwerlich viele Tauſend Centner ſchwere Blöcke über das weite Thal des baltiſchen Meeres hinweg tragen. Dagegen kennt man in beiden Polargegenden der Erde durch Beobachtung eine Art des natürlichen Steintransportes, welche beſtändig ſtattfindet, und welche wohl geeignet ſein dürfte, die nordiſchen Geſchiebe Europa's und Amerika's, ſowie die erratiſchen Blöcke Patagoniens zu erklären. Das iſt der Transport durch ſchwimmende Eisſchollen. Darwin beſchreibt, wie von den bis in das Meer reichenden Gletſchern des Feuerlandes mächtige mit Schutt und Felsblöcken beladene Eismaſſen ſich ablöſen, und von den Strömungen des Meeres fortgeriſſen, ihre Fracht nach wärmeren Gegenden tragen, wo ſie von den Strahlen der Sonne vernichtet, ihre unzerſtörbare Belaſtung auf den Boden des Meeres oder an deſſen Ufer fallen laſſen. Aehnliche ſchuttbelaſtete Eisſchollen löſen ſich alljährlich von den Küſten Nordamerika's ab, oder treiben aus deſſen Flüſſen hervor, und

Lyell beobachtete auf Nova Scotia, daß am Ufer hintreibende Eismaſſen die Felsoberfläche nicht nur abſchleifen, ſondern auch parallel furchen.

Denken wir uns dieſe Vorgänge durch Jahrtauſende fortgeſetzt, ſo iſt es wohl begreiflich, daß große Gebiete des jetzigen Meeresbodens mit fremden Felsblöcken überdeckt, und viele Uferfelſen abgeſchliffen und gefurcht werden können. Tritt dann eine langſame Erhebung ein, ſo werden nicht nur die abgelagerten Felsblöcke immer mehr auf dem Lande erſcheinen, ſondern es wird auch die Abſchleifungszone der Küſten eine immer breitere werden, da immer neue Striche in das Gebiet der Abſchleifung gelangen, während die alten trocken gelegt werden.

Für den Transport durch Eis ſpricht nun ganz beſonders auch noch der wichtige Umſtand, daß die gegen beide Pole hin immer häufiger werdende Erſcheinung der erratiſchen Blöcke zwiſchen den Wendekreiſen, als wohin das Eis nie vordrang, ſich niemals zeigt. Wir müſſen die Abweſenheit erratiſcher Blöcke längs des Theiles der Anden, der im heißen Klima liegt, mit ihrer Abweſenheit im Himelajagebiet des nördlichen Indiens (nach Boyle) zuſammenſtellen; eben ſo finden ſich im Innern Afrika's zwiſchen dem 35. Grad und dem Wendekreiſe nach Andreas Smith, und nach anderen Reiſenden im ganzen Aequatorialgebiet, keine erratiſchen Blöcke. Daſſelbe gilt von Auſtralien, aber vielleicht ſchon nicht mehr von Vandiemens Land.

Um eine ſolche Erklärung auf unſere nordiſchen Geſchiebe anzuwenden, iſt es aber freilich nöthig, daß wir eine ſehr allgemeine Hebung des Landes, oder Senkung des Meeres vorausſetzen, wodurch unſer erratiſches Phänomen trocken gelegt wurde. Ferner iſt es nöthig, während der Periode des Transportes für die ganze nördliche Hemiſphäre eine niedrigere mittlere Temperatur anzunehmen, da gegenwärtig das nordiſche Treibeis nicht mehr in Menge bis zum 49. Breitengrad vordringt. Eine ſolche periodiſch niedere Temperatur unſerer Hemiſphäre iſt aber, wie wir geſehen haben, auch aus anderen Gründen wahrſcheinlich und überdies leicht erklärlich, wenn damals die Vertheilung von Land und Waſſer in der nördlichen Hemiſphäre eine ähnliche war als jetzt in der ſüdlichen, was

wieder mit der nothwendigen Bedeckung vieles Landes unſerer Erdhälfte in jener Zeit übereinſtimmt.

Ich werde Ihnen noch davon zu erzählen haben, daß Schubert, Keferſtein, Klee und v. Bruchhauſen einen 21,000jährigen, von der Ekliptik abhängigen Waſſerwechſel auf der Erde, eine wechſelnde Schwankung der Waſſeranhäufung von einem Pole zum anderen annehmen. Dieſe Hypotheſe würde, wenn ſie einſt bewieſen werden ſollte, allerdings ſehr dazu beitragen können, das erratiſche Phänomen aufzuhellen. Leider aber beruht dieſelbe bis jetzt mehr auf dunklen Ahnungen, als auf Beweiſen.

Darwin glaubt den gleichzeitigen Rückzug des Meeres von den, während der Diluvialperiode von Waſſer bedeckten Erdflächen durch eine großartige Senkung des Meeresbodens im ſtillen Ocean erklären zu müſſen. Dieſe Jahrtauſende andauernde Senkung hat nach ihm dort ein tiefes Becken gebildet und ſo der Waſſermaſſe Raum gegeben, welche vorher unſere Niederungen bedeckte.

Sehr merkwürdig iſt es jedenfalls, daß man in der ganzen Reihe der älteren Flötzſchichten ebenſo wie an der Oberfläche zwiſchen den Wendekreiſen nicht ein einziges Beiſpiel ähnlicher Blockwanderung aufgefunden hat. Die Geſchiebe in den älteren Conglomeraten laſſen ſtets einen weit localeren Urſprung erkennen, als die erratiſchen Blöcke, auch iſt ihre Form und Anhäufungsweiſe eine ganz andere. Dieſer Umſtand deutet offenbar an, daß die Urſachen ſolcher Blockwanderung in den früheren geologiſchen Perioden nicht vorhanden geweſen ſind, und das verträgt ſich wieder ſehr gut mit ihrer Fortbewegung durch Gletſcher oder ſchwimmende Eisſchollen, denn beide ſind in jenen früheren Perioden nicht denkbar, wenn wirklich der Entwickelungsproceß des Erdkörpers durch allmälige Erkaltung bedingt iſt. Sie ſehen alſo, auch dieſer beſondere Umſtand ſteht in voller Harmonie mit der Abkühlungstheorie der meiſten Geologen.

Sechsundzwanzigster Brief.

Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erdoberfläche.

„Wir haben hier Thatsachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen.' v. H.

Um den Betrachtungen v. Humboldt's über Vertheilung und Gestaltung des Landes auf der Erde gehörig folgen zu können, kann ich Ihnen nichts mehr empfehlen, als einen guten Globus zur Hand zu nehmen.

Der Vergleichungen und Beziehungen lassen sich gar vielerlei anstellen, die zum Theil wohl dazu beitragen, sich die Formen der Länder leichter einzuprägen, ohne aber deshalb einigen Aufschluß über die Ursachen derselben zu geben. So machte Forster schon 1783 darauf aufmerksam, daß alle Continente gegen Süden in schmale hohe Felsenspitzen auslaufen, daß auf der Ostseite dieser Südspitzen allemal große Inseln liegen, und daß alle Continente auf ihrer Westseite einen großen Meerbusen haben. Steffens suchte später eine gewisse Uebereinstimmung der Continentalgestalten dadurch hervorzuheben, daß er dieselben in drei Gruppen brachte, für welche er Amerika als Normalgestalt ansah. Er verglich nun Europa, Kleinasien und Arabien mit Nordamerika; Afrika mit Südamerika, und das mittelländische Meer mit seinen Inseln dem westlichen Archipelagus; ferner Asien mit Nord-, und Neuholland mit Südamerika.

Bis jetzt können aber solche Vergleichungen beinahe nur als mehr oder weniger scharfsinnige Spielereien betrachtet werden. Wir wissen nicht einmal, warum die nördliche Hemisphäre zur Zeit weit landreicher ist als die südliche, wenn wir nicht etwa die Hypothese des seculären Wasserwechsels als richtig erkennen wollen, welche mit mancherlei Modificationen von Schubert, Keferstein, Ademar und v. Bruchhausen vertheidigt worden ist. Nach dieser soll, wie erwähnt, in Zeiträumen von 20 bis 21,000 Jahren die größte Anhäufung des

Waſſers von einem Pole zum anderen ſchwanken, und dieſe Schwankung ſoll durch den periodiſchen Wechſel der Ekliptik bedingt ſein. Es iſt gewiß, daß manche Umſtände zu Gunſten dieſer Hypotheſe ſprechen, und daß ſie deshalb die volle Beachtung der Geologen verdient. Aber daran, daß ſie erwieſen ſei, fehlt bis jetzt noch viel. Alle ihre Vertheidiger haben ihre Begründung noch viel zu wenig in geologiſchen Thatſachen aufgeſucht. Iſt ſie richtig, ſo muß ſich dieſe periodiſche Waſſerſchwankung z. B. in der Vertheilung der Flötzformationen zu erkennen geben, der Art, daß dieſelben wechſelsweiſe in der nördlichen und in der ſüdlichen Hemiſphäre vorherrſchen.

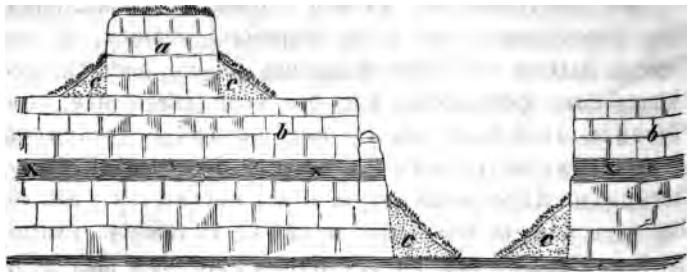
Noch weniger werden die Formen des Landes durch ſolche bodenloſe Hypotheſen erklärt, wie ſie ein Herr Streffleur in ſeinem Werke über die Entſtehung der Continente und Gebirge (Wien, 1847), verſucht hat, welche zum Theil auf einer gänzlichen Unkenntniß phyſikaliſcher Geſetze beruhen.

Selbſt die berühmte Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, nach deren weiterer Entwickelung durch de Boucheporn gleichzeitige Erhebungen und Zerſpaltungen der Erdkruſte immer in größten Kreiſen liegen ſollen, welche zu einer gewiſſen Periode die Lage des Aequators der Erde hatten, iſt weder durch Thatſachen noch durch theoretiſche Gründe hinreichend geſtützt. Vielmehr ſind ſo viele Thatſachen und Gründe gegen die Erklärung der Land- und Gebirgsformen durch eine ſolche vielfache Schwankung der Erdaxe erhoben worden, daß ſie weiterer Beſprechung in einem populären Werke nicht bedarf.

Wir müſſen vielmehr, wie auch v. Humboldt am Schluſſe ſeiner Betrachtungen über dieſen Gegenſtand andeutet, die beſonderen Formen der Erdoberfläche und folglich auch die Geſtaltung ihres Hervortretens über den Meeresſpiegel als das Product unendlich vieler auf einander folgender Einwirkungen (localer Hebungen, Senkungen, Zerſtörungen, Ablagerungen u. ſ. w.) betrachten, und es liegt dann ganz in dem Weſen ſo vielfach in einander greifender Einwirkungen, daß wir ihre einzelnen Reſultate nicht mehr auf einfache Urſachen oder Geſetze zurückzuführen vermögen, ſo wenig als wir in dem oben benutzten Beiſpiel die Geſtalt der

Eisblumen an der Fensterscheibe einzeln erklären können, obwohl wir ihre Haupturſachen kennen.

Wir müſſen alſo dieſe Geſtalten meiſt hinnehmen, wie ſie ſind, nur zuweilen vermögen wir das Einzelne zu erklären. So z. B. liegt es, wie ich Ihnen gezeigt habe, nahe, die Geſtalt der Erhebungskrater und der Auswurfskegel zu erklären. Eben ſo iſt die Urſache der Kegelform der meiſten Baſaltberge leicht zu erkennen. Wenn eine zähflüſſige Maſſe aus einer verhältnißmäßig engen Oeffnung hervorgepreßt wird, ſo häuft ſie ſich über derſelben in Kegelform an, und der Kegel wird um ſo ſpitzer werden, je zähflüſſiger, um ſo flacher oder abgeplatteter, je dünnflüſſiger die ausgepreßte Maſſe iſt. Iſt dieſelbe ſehr dünnflüſſig, nun ſo wird ſie wie ein Lavaſtrom fließen. Ferner läßt ſich z. B. wohl erkennen, warum die Felſen der bekannten ſächſiſchen Schweiz gerade dieſe beſonderen Formen haben. Der Sandſtein, aus dem ſie beſtehen, iſt horizontal geſchichtet und vertical zerklüftet. Alle theilweiſen Zerſtörungen, welche ſtrömendes Waſſer an ihm hervorbringt, folgen dieſen Richtungen. Zuerſt iſt eine obere mächtige Sandſteinplatte bis auf wenige ſenkrechte, oben platt abgeſtutzte Felspfeiler (a) ſtehen geblieben. Solche ſind der Königſtein, Lilienſtein, Zſchirnſtein u. ſ. w. Dann haben offenbar geringere Fluthen in die untere Platte (b) einzelne Thäler eingeſchnitten, auch dieſe wieder wegen der vorhandenen Zerklüftung überall mit urſprünglich ſenkrechten Wänden und horizontalem Boden.



Aber von den ſenkrechten Felswänden bröckelte im Laufe der Zeit eine Menge Steingerölle ab, und dieſes bildet nun am

Fuß jener Pfeiler und am Fuß der senkrechten Thalgehänge eine schräge meist mit Wald bedeckte Schutthalde (c).

Nicht Hebungen und Senkungen sind es, wie zuweilen angegeben worden ist, die diese interessanten Felsformen erzeugt haben. Daß solche nicht die Ursachen sind, lehrt schon die überall horizontale Schichtung und das gleichmäßige Fortsetzen derselben Schichten auf beiden Seiten der Thalgehänge, wie es in obiger Skizze durch die besondere Schicht x angedeutet ist.

Diese Entwickelungen mögen Ihnen eben nur als Beispiele dienen, wie man einzelne Oberflächenverhältnisse allerdings recht gut zu erklären vermag.

Wichtiger für das Leben, als diese Erklärungen, sind unstreitig die Einwirkungen der Erdoberflächengestaltung auf Klima und Verkehr. Ueber die ersteren hat sich v. Humboldt ausführlicher verbreitet. Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen einige der letzteren andeute.

Der feste Kern der Erde ist von Wasser und Luft umgeben, und die Grenzen dieser drei Aggregatzustände verschiedener Substanzen sind vorzugsweise der Wohnplatz des organischen Lebens. Wasser und Luft sind allerdings bis zu gewissen Tiefen und Höhen über ihre Grenzen hinaus von lebenden Wesen bewohnt, und auch auf dem Lande schreitet das organische Leben in gewissem Grade von den Ufern und Grenzen der Gewässer nach den trockenen, wasserleeren Wüsten vor, aber nur in gewissem Grade, soweit die Wechselwirkungen der Aggregatzustände reichen, und immer von ihren Begrenzungen als dem Ausgangspunkte und Maximum der Entwickelung beginnend, wie denn auch Oken den Entstehungspunkt der ersten Menschengruppen an Küsten vermuthet. In den höchsten Schichten der Atmosphäre, in den größten Tiefen des Meeres und in den innersten Theilen der regenlosen Wüsten des Landes ist ebenso wenig ein dauerndes organisches Leben bekannt, als in den inneren Tiefen der Erde, und beinahe in allen diesen Richtungen ist es der Mensch, der am weitesten vordrang. Aber er, wie alle anderen Organismen, ist bei solchem Versuche steter Gefahr ausgesetzt. Daß die Grenzen der drei irdischen Aggregatzustände, wie überhaupt jede Mannichfaltigkeit, die günstig-

sten Bedingungen für die Entwickelung des Organischen darbieten, lehrt selbst die Geschichte des Menschen. Zu allen Zeiten waren die Länder, welche am meisten vom Wasser berührt werden, z. B. die mit den ausgezacktesten Küsten, unter übrigens gleichen Umständen die cultivirtesten und am meisten bevölkerten; außer der Gestalt der Wassergrenzen hat aber noch die der Luftgrenze einen besonderen Einfluß, weshalb wieder unter übrigens gleichen Umständen die unebensten, am mannichfaltigsten von Bergen und Thälern durchzogenen Gegenden den Vorzug vor den Ebenen haben.

Das westliche und südliche Europa mit der großen Mannichfaltigkeit seiner Wasser- und Luftgrenzen, mit der großen Abwechselung seiner Oberflächenform, ist beinahe so lange, als die Geschichte zurückreicht, der Sitz verhältnißmäßig hoher Cultur und der Centralplatz des thätigsten menschlichen Verkehrs gewesen. Die Mannichfaltigkeit seines Bodens hat die Mannichfaltigkeit und Vielfältigkeit seiner Bewohner bedingt; Griechenland, Italien, Frankreich, Spanien und Großbritannien sind vorzugsweise durch ihre Wassergrenzen begünstigt; Deutschland mehr noch durch die Vertheilung seiner Gebirgsketten, auf und zwischen denen sich die einzelnen Volksstämme entwickelten. Wie vernachlässigt ist gegen diese Länder das große Rußland mit seinem einförmigen Boden und beschränkten Wassergrenzen, und wie sehr spiegelt sich nicht diese Einförmigkeit in seinen Bewohnern! Die Küstenausdehnung Europa's beträgt ungefähr 5400 Meilen, die des der Oberfläche nach dreimal größeren Afrika nur 3800 Meilen. Dieser Umstand allein würde Afrika verurtheilen, Europa den Vorrang zu lassen.

Kohl hat in seinem Werke über den Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen (1841) auszuführen gesucht, wie sehr die Vertheilung der Bevölkerungselemente und deren Bewegungen von der Bodengestaltung abhängig sind. Wenn nun aber die Oberflächengestaltung theils eine Folge des inneren Baues ist, theils wenigstens in innigster Wechselbeziehung mit demselben steht, so muß schon dadurch auch der innere Bau der Erdkruste von großem Einflusse auf seine Bevölkerung sein. Dieser Einfluß stellt sich aber als noch weit mächtiger heraus, wenn man erkennt, wie nicht nur die Form, sondern auch die

Zusammensetzung des Bodens den entschiedensten Einfluß auf das organische und geistige Leben übt.

Der Einfluß der Zusammensetzung des Bodens erstreckt sich am allgemeinsten und deutlichsten auf die an ihn gefesselte Pflanzenwelt. Seine specielle Ermittelung ist Gegenstand der landwirthschaftlichen Bodenkunde. Sie zeigt, wie gewisse Pflanzenarten vorzugsweise gewissen Gebirgsarten angehören, nach Unger's Bezeichnung „bodenständig" sind, während andere sich weniger vom Boden abhängig zeigen. Als ein Hauptresultat dieser Untersuchungen dürfen wir betrachten, daß, *je mannichfaltiger die Zusammensetzung eines Gesteins ist, es um so fruchtbareren Boden liefert.* Absolut einfache Gesteine, wie Quarz, Gyps u. s. w., sind deshalb der Vegetation besonders ungünstig. Ganz naturgemäß folgt daraus auch, daß, je mannichfaltiger bei gleichen klimatischen Verhältnissen eine Gegend aus verschiedenen Gesteinen zusammengesetzt ist, um so mannichfaltiger ihre natürliche Flora sein wird. Auch einige niedere Thiere sind von der Bodenbeschaffenheit unmittelbar abhängig, so die Schnecken von dem vorhandenen Kalkgehalt, und alle höheren, selbst der überall heimische Mensch, sind mittelbar abhängig durch die Vegetation, die unmittelbar oder mittelbar zu ihrer Erhaltung beiträgt. Die Natur der festen Erdkruste wird hierdurch eine sehr wichtige Bedingung der Bevölkerung. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Granit-, Syenit-, Gneiß-, Glimmerschiefer-, Thonschiefer- und Basaltgegenden eine dichtere Bevölkerung durch Feld- oder Waldbau zu ernähren vermögen, als solche, wo reiner Kalkstein, Gyps, Quarz, Sandstein oder loser Sand die Oberfläche bilden. Der größten Bevölkerung durch ihren Bodenertrag sind aber gewisse Gegenden des aufgeschwemmten Landes fähig. Nie darf man jedoch bei solchen Vergleichen übersehen, daß die vegetabilische Productionsfähigkeit des Bodens keineswegs die alleinige Ursache und das einzige Erhaltungsmittel der Bevölkerung ist. Gerade die unfruchtbarsten sind zuweilen die bevölkertsten Gegenden. Irgend eine besondere vom Boden abhängige Industrie, reicher Bergbau, ein natürlich bedingter Verkehrsweg oder die Laune eines Herrschers häufen zuweilen die Bevölkerung weit über die locale Ernährungsfähigkeit an und geben dadurch

die Veranlaſſung zu ſpäteren Wechſelfällen, zu grenzenloſem Elend. Wäre es möglich, alle äußeren politiſchen und mercantiliſchen Urſachen localer Bevölkerungsanhäufung auszuſcheiden, ſo würde es höchſt intereſſant ſein, die Bevölkerungsverhältniſſe der einzelnen Gebirgsarten genau zu ermitteln, wie denn v. Bennigſen-Förder in einer Abhandlung über das Zahlengeſetz in den Geſteinsformationen in Bezug auf Vertheilung von Thälern, Quellen, fließenden und ſtehenden Gewäſſern, Erhöhungen und Ortſchaften vornehmlich in Nordfrankreich 1843 bereits einen ſolchen Verſuch gemacht hat.

Keine Kryſtallgruppe iſt ohne beſondere Urſache angehäuft, und ebenſo liegt jeder menſchlichen Anſiedelung, wenn man es genau unterſucht, irgend eine beſondere Urſache, und zwar in den meiſten Fällen eine geognoſtiſche zu Grunde. Eine Quelle, die Windung eines Baches oder Fluſſes, die Vereinigung zweier, die Bucht eines Ufers oder deſſen beſondere Geſtaltung, ein kleiner Felſen, ein ſchützender Berg, das ſind die gemeinſten Urſachen der localen Anlage von Dörfern oder Städten geweſen. Die Beſchaffenheit des Baugrundes, die Nachbarſchaft guter Bauſteine, noch weit entſchiedener aber das Ausſtreichen von Kalkſtein, Steinſalz, Kohlen oder Erzgängen, das ſind beſondere, oft ſehr mächtige Anziehungskräfte für die Anſiedelung der Menſchen.

Aber nicht nur die ruhigen Wohnſitze der Menſchen zeigen ſich abhängig von dem inneren Bau der Erdkruſte, auch ihre dauernden oder momentanen Bewegungen ſind es. Canäle, Eiſenbahnen und Landſtraßen werden abgelenkt durch gewiſſe harte Felſengebiete und angezogen durch weichere, horizontal liegende Schichten, und die meiſten großen Völkerſchlachten ſind in tertiären oder mit Diluvialgebilden bedeckten Niederungen geſchlagen worden. Die kriegeriſchen Bewegungen folgen eben ſo gut natürlichen Richtungen, als die friedlichen, und es giebt Gegenden, die das Unglück haben, natürliche Schlachtfelder zu ſein, gerade ſo, wie andere das Glück haben, ein natürlicher Stapelplatz des Handels zu ſein.

Nehmen Sie noch einmal einen Globus zur Hand, oder die Planigloben in dem vortrefflichen Atlas von Berghaus, auf welchen die [illegible] Vertheilung von Waſſer und Land

anschaulich gemacht ist. Sie finden, daß auf einer Hälfte der Erde sich die Landfläche zur Wasserfläche nur etwa wie 1 zu 7 verhält, während auf der anderen das Land sogar etwas mehr Raum einnimmt als das Wasser. Das ist von großem Einfluß nicht nur auf die Zahl der Bevölkerung, sondern auch auf den industriellen Verkehr derselben. Diesem Umstande verdankt England außer seinen Eisen- und Kohlenlagern, seinem günstigen Klima und seiner eigenen Bodengestaltung einen großen Theil seines Glanzes und der Entwickelung seiner Nationalität, dadurch ist es der Stapelplatz des Welthandels geworden. Es liegt im natürlichen Mittelpunkte des Verkehrs, beinahe im Mittelpunkte der Landhemisphäre. Auf der anderen Seite finden Sie beinahe mitten in der großen Wasserwüste die einsamen Chatham-Inseln, und gerade diese hatte vor einigen Jahren unpraktischer Sinn zu Anlegung einer deutschen Colonie erkoren.

Siebenundzwanzigster Brief.

Langsame Hebung und Senkung des Landes.

„Daß die Hebung der Continente eine wirkliche Hebung, nicht blos eine scheinbare, der Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint, nach einer jetzt allgemein verbreiteten Ansicht der Geognosten, aus der langen Beobachtung zusammenhängender Thatsachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen.“ v. H.

Die langsame Hebung eines Theiles von Skandinavien ist nicht nur als feststehende geologische Thatsache von großem Werthe, sondern gewinnt auch noch ein besonderes Interesse durch die Geschichte ihrer Entdeckung, die ich Ihnen deshalb kurz mittheilen will.

Vor länger als einem Jahrhunderte hat der schwedische Naturforscher Celsius die Behauptung ausgesprochen und durch viele Thatsachen zu beweisen gesucht, daß der Spiegel der Ost-

see und des ganzen nördlichen Oceans in allmäligem Sinken begriffen sei. Es ist dies ein ganz allgemeiner Glaube der Küstenbewohner Schwedens, weil sie täglich sehen, daß die alten Wasserstandszeichen vom Meeresspiegel nicht mehr erreicht werden und um so höher darüber liegen, je älter sie sind, daß Klippen, die früher bedeckt waren, neu hervortreten, daß deutliche Küstenbildungen des Meeres, Auswaschungen, Muschelbänke und dergleichen jetzt hoch auf dem Lande liegen, und daß alte Gebäude, die offenbar dicht an das Ufer gebaut wurden, jetzt weit davon entfernt stehen und deshalb ihrem Zwecke zum Theil nicht mehr entsprechen. Diese Thatsachen sind unleugbar, ihre richtige Deutung wurde aber erst zu Anfang dieses Jahrhunderts durch L. v. Buch ausgesprochen. Da nämlich das Zurückweichen des Meeres nicht überall gleich groß ist und an den benachbarten Küsten Dänemarks schon durchaus nicht mehr beobachtet wird, so kann nicht ein Sinken des Meeresspiegels, welches ganz allgemein und überall gleichförmig sein würde, die Ursache davon sein. L. v. Buch sprach deshalb nach seiner Rückkehr aus Skandinavien 1807, ohne mit Playfair's gleicher Ansicht bekannt zu sein, die Ueberzeugung aus, daß das ganze Land, von Friedrichshall in Schweden bis nach Abo in Finnland und vielleicht bis Petersburg in langsamem und für jeden Zeitmoment unmerklichem Emporsteigen begriffen sei.

Der englische Geolog Lyell, welcher diese Behauptung bezweifelte, untersuchte die betreffenden Küstenstriche im Jahre 1834 mit der größten Sorgfalt selbst und überzeugte sich dadurch auf das Vollkommenste von der wirklich stattgehabten und höchst wahrscheinlich noch fortdauernden allmäligen Erhebung des Landes. In einem ausführlichen Berichte über die Sache hat er eine solche Menge außerordentlicher und vortrefflich beobachteter Thatsachen niedergelegt, daß nun kein Verständiger mehr an der allmäligen Erhebung des untersuchten Landstriches zweifeln kann. Zugleich berichtete Lyell bei dieser Gelegenheit auch über Spuren einer früheren temporären Senkung des Landes, welche bei Grabung eines Canales vom Mälarsee nach der Ostsee durch eine Fischerhütte dargethan wurde, deren Boden sich 60 Fuß dick mit deutlichen Meeresschichten bedeckt, dennoch aber über [illegible] Niveau des Meeres erhoben fand. Die lang-

ne Hebung selbst scheint in den letzten 100 Jahren an einigen ten etwa 1 Fuß, an anderen gegen 2 Fuß, nach Hallström ar bis über 4 Fuß betragen zu haben, und ähnlich für hrere Jahrhunderte rückwärts. Es finden sich jedoch Meeres- ducte der Jetztwelt 100 Fuß und selbst 600 Fuß über dem enwärtigen Meeresspiegel, welche wohl ein theilweise schnel- es Emporsteigen voraussetzen lassen. Es ist dieses Vorkom- n höchst ähnlich einem neuerlich bei Quebeck und am Lorenz- me in Nordamerika von Lyell beobachteten, wo ebenfalls Schalen lebender Muschelarten 2, 3, ja selbst 500 Fuß er dem jetzigen Meeresspiegel in einer Geröllformation lagern, d zwar hier Muscheln, welche eigentlich einem viel kälteren ima angehören als dem jetzigen dieser Gegend unter dem 47.° rdlicher Breite. Dieser letztere Umstand ist sehr wichtig, wenn n ihn mit den S. 172 entwickelten Ansichten über die Bil- ng der Geröllformationen in Verbindung bringt.

Sowie von einem Theile Skandinaviens und Finnlands, n ganz Neu Foundland und Conception-Bay die fortdauernde hebung, so ist von Grönland das fortdauernde allmälige inken durch mehrere Thatsachen nachgewiesen, und ähnliche orgänge scheinen auch noch in anderen Erdgegenden statt- finden.

Namentlich hat Ch. Darwin nachgewiesen, wie man aus m besonderen Baue der Koralleninseln und Korallenriffe deut- h erkennen kann, daß in der Südsee gewisse Theile des Mee- sbodens sammt den hervorragenden Inseln einer fortdauernden ebung, andere einer fortdauernden Senkung unterworfen sind, d hiervon werde ich Ihnen noch ausführlicher erzählen.

Ob nun diese langsamen Hebungen und Senkungen des ndes denselben Ursachen zuzuschreiben sind, wie die ruckweisen t Erdbeben verbundenen, das hat freilich noch nicht mit Be- mmtheit ermittelt werden können. Doch ist es wohl wahr- scheinlich, daß, wie ich Ihnen schon S. 76 schrieb, constante trömungen des heißflüssigen Erdinneren langsame Hebungen, ötzliche Veränderungen des inneren Zustandes aber Erdbeben, ckweise Erhebungen und vulkanische Eruptionen hervorbringen.

Achtundzwanzigſter Brief.

Erhebung der Gebirgsketten.

„Jedem Syſteme dieſer Bergketten iſt nach den großartigen Anſichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewieſen, daß das Aufſteigen der Bergkette nothwendig zwiſchen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuße der Berge ſich horizontal erſtreckenden Schichten fallen muß.“ v. H.

Elie de Beaumont ſah, daß in manchen Gebirgsketten die Schichten gewiſſer Flötzformationen aufgerichtet ſind, während die anderer, und zwar ſtets jüngerer, horizontal liegen. Er ſchloß daraus mit Recht, daß nach Ablagerung der erſteren eine gewaltſame Störung des urſprünglichen Zuſtandes eingetreten ſein müſſe, welche höchſt wahrſcheinlich mit der Gebirgserhebung zuſammen falle, durch ſie bedingt ſei, und daß ferner nach Ablagerung der noch jetzt in ungeſtörter horizontaler Stellung verharrenden Schichten keine gewaltſame Störung, alſo auch wohl keine Erhebung des Gebirges ſtattgefunden haben könne. Daraus geht nun ferner hervor, daß die Erhebung zwiſchen den Ablagerungszeiten der beiden Flötzformationen ſtattgefunden haben müſſe, deren Schichten ſich ſo verſchieden verhalten. Wenn alſo z. B. in einer Gebirgskette die Juraformation aufgerichtete Schichten zeigt, während Kreideſchichten horizontal liegen, ſo geht nach Elie de Beaumont daraus hervor, daß die Gebirgserhebung zwiſchen der Jura- und Kreideablagerung ſtattgefunden hat. v. Humboldt bemerkt hierzu ſehr richtig, daß nun außer dieſer mit der eigentlichen Gebirgserhebung verbundenen Schichtenſtörung noch ältere ſtattgefunden haben können, deren Spuren man vielleicht an weit älteren Schichten beobachtet. Elie de Beaumont iſt aber noch viel weiter gegangen, er behauptet, daß die gleichzeitigen Gebirgskettenerhebungen auch immer in gleichen Richtungen erfolgt ſeien, und daß man daher auch ſchon aus der Richtung der Gebirge auf das relative Alter ihrer Erhebung ſchließen könne, wenn man einmal dieſelbe Richtung an einem Gebirge beobachtet hat, deſſen Alter beſtimmt iſt.

Auf dieſe Weiſe hat er nach und nach 12—14 beſtimmte

Richtungen von Gebirgen, „Gebirgssysteme" oder „Erhebungssysteme", beobachtet, denen ein bestimmtes relatives Alter zukommt. Das sind die einfachen Grundsätze der Erhebungstheorie Elie de Beaumont's, deren Grundidee eigentlich wohl von L. v. Buch ausgeht. de Bouschepорn hat die Theorie später noch weiter ausgedehnt; nach ihm sollen die gleichzeitigen Gebirgserhebungen immer in beinahe größten Kreisen um die Erde herum liegen, die für gewisse Perioden die Lage des Erdäquators hatten.

Diese letztere Ansicht ist nicht nur aus astronomischen Gründen sehr unwahrscheinlich, sondern sie beruht auch auf falschen Voraussetzungen, denn jene Gebirgskreise vermag nur eine sehr befangene Phantasie zu finden. Aber auch gegen Elie de Beaumont's Erhebungssysteme und diese ganze Theorie der ruckweisen plötzlichen Gebirgsbildung sind sehr begründete Einwendungen erhoben worden. Namentlich hat man auf das Bestimmteste nachgewiesen, daß die Richtung der Gebirge keineswegs eine so ganz constante ist, als diese Theorie voraussetzt, daß ungleichzeitige Erhebungen zuweilen in ganz paralleler, gleichzeitige dagegen in sehr verschiedener Richtung erfolgt sind. Ferner ist es auch sicher erwiesen, daß einige Gebirge erst durch mehrmalige durch große Zeiträume von einander getrennte Erhebungen ihre jetzige Gestalt erhalten haben. Im Thüringer Walde z. B. läßt sich eine Erhebung bald nach der Grauwackenbildung, eine zweite nach der Ablagerung des Rothliegenden und eine dritte nach der Ablagerung der Liasformation deutlich nachweisen, während man aus einer Zone von Korallenriffen erkennt, daß dieses Gebirge schon während der Ablagerung der Zechsteinformation ungefähr in seiner heutigen Ausdehnung und Hauptform (nicht Höhe) aus dem damaligen Meere als Halbinsel hervorragte.

Ueberhaupt ist es nicht erwiesen und vielmehr unwahrscheinlich, daß große Gebirgsketten plötzlich in ihrer ganzen Höhe und Ausdehnung über die Erdoberfläche emporgeschoben seien. Die Analogie spricht vielmehr für die Ansichten Lyell's, nach welchen diese Gestaltveränderungen der Erdoberfläche durch viele aufeinander folgende kleinere Erhebungen hervorgebracht sind. Ist das richtig, dann sind auch die im Kosmos S. 320

angedeuteten Befürchtungen möglicher Erhebungskataſtrophen unbegründet, um ſo mehr, wenn wir nach der Erkaltungstheorie des Erdkörpers vielleicht vorausſetzen dürfen, daß die Energie der vulkaniſchen Thätigkeit allerdings immer mehr und mehr abgenommen hat; und damit ſteht es nicht in Widerſpruch, daß einige der neueſten Gebirgskettenerhebungen, wie die der Alpen und Anden, beſonders hoch aufragen, weil eben nicht anzunehmen iſt, daß ſie mit einem Male, auf einen Ruck, zu ſolchen Höhen erhoben wurden, ſondern vielmehr durch viele Tauſend aufeinander folgende Stöße, wie ſie z. B. am Weſtabhange der ſüdlichen Anden noch jetzt fortdauern.

Daß aber die Gebirgsketten der Erde in der That ſämmtlich nichts Anderes ſind als Reſultate von (vulkaniſchen oder plutoniſchen) Erhebungen, darüber ſind alle wahren Geologen einig. Das Waſſer hat immer nur Ausfurchungen, theilweiſe Wegſpülungen, oder durch ungleichförmige Auflagerung höchſtens flache Hügelketten, den Sandbünen entſprechend, hervorgebracht.

Wären die Gebirge, wie viele Neptuniſten es annahmen, nur Ueberreſte allgemein verbreiteter Geſteinsablagerungen, hervorgegangen aus großartigen Zerſtörungen durch Waſſer, ſo würden ſie in ihrer Form überall dem Waſſerlaufe entſprechen, ſtets die Waſſerſcheiden der Stromgebiete bilden, und ihr innerer Bau würde nicht die beſonderen Erſcheinungen zeigen, die man überall darin beobachtet, nämlich Aufrichtung der Schichten und Vorherrſchen der kryſtalliniſchen Geſteine, die in den Ebenen fehlen, oder durch mechaniſch abgelagerte überdeckt ſind.

Die gegenſeitige Lage der Gebirge hat noch nicht auf ein beſtimmtes Geſetz zurückgeführt werden können; frühere Geographen nannten ſie zuweilen das Knochengerüſte der Erde und meinten, daß alle Gebirge in einem organiſchen Verbande mit einander ſtänden. Dann meinte man, ſie bildeten eine Art Netz über die Oberfläche der Erde wie die Netzwülſte auf der Oberfläche einer Melone, man ſuchte zu dem Ende ſogar ihren untermeeriſchen Zuſammenhang nachzuweiſen. Auch ſehr beſtimmte vorherrſchende Richtungen glaubte man nachweiſen zu können; aber alle dieſe Vorausſetzungen haben ſich als nichtig erwieſen. Die Gebirge ſtehen oft ſehr ſelbſtſtändig da, während

ie anderwärts ſich vielfach mit einander verketten. Sie laſſen uweilen einen ſehr entſchiedenen Einfluß auf die Vertheilung es Flüſſigen, auf den Bau der Continente und Inſeln erken- en, während anderwärts dieſer von ihren Hauptrichtungen eſentlich abweicht. Aus Allem ergiebt ſich, daß die Urſache rer Entſtehung zwar eine ſehr weſentliche, aber nicht ie alleinige Urſache der Erdoberflächengeſtaltung war.

Neunundzwanzigſter Brief.

Fluth und Ebbe.

„Die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und ſehr eingeſchloſſenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), ſind durch die Newton'ſche Naturlehre vollſtändig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt.“ v. H.

Sie waren wohl ſchon in einer Hafenſtadt und wiſſen aus eigener Anſchauung, mit welcher Sicherheit man da die periodiſchen Anſchwellungen des Meeres, den Wechſel von Fluth und Ebbe, vorausbeſtimmt und wie eine große Zahl von Beſchäftigungen ganz auf dieſem Wechſel beruht. Sie haben auch ſchon gehört und im Kosmos geleſen, daß dieſe Anſchwellungen des Meeres von der Anziehung des Mondes und der Sonne herrühren, in der Art, daß ſich die Erde unter den flachen, durch Anziehung bewirkten Waſſerhügeln alle 24 Stunden beinahe zweimal hinwegdreht (etwas genauer alle 25 Stunden), ſo daß jeder Ort des Meeres täglich ungefähr zweimal Fluth und zweimal Ebbe hat. Dieſe Fluthhügel würden ſich auf eine ſehr einfache Weiſe, den Stellungen von Mond und Sonne entſprechend, über die Erdoberfläche hin, oder vielmehr dieſe unter ihnen hinweg bewegen, wenn nicht das in unregelmäßiger Geſtalt aus dem Meere hervorragende Land eine Menge Störungen des normalen Verlaufes hervorbrächte. Dadurch wird die factiſche Erſcheinung ſo complicirt, daß ſie ſich nicht mehr

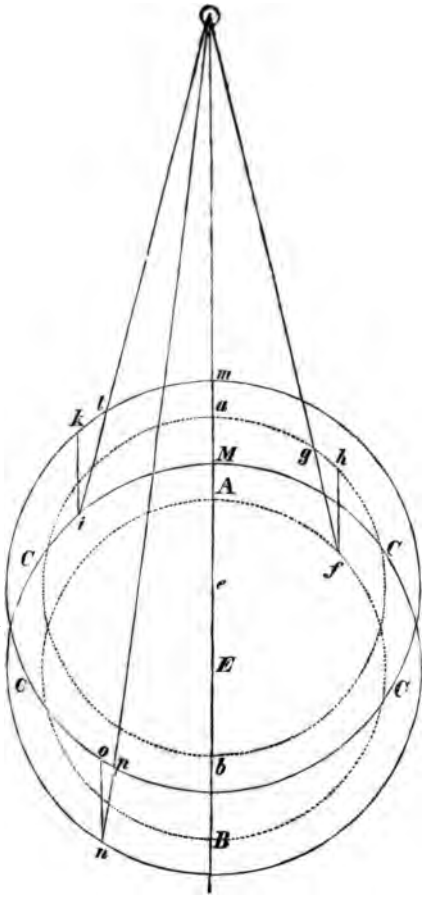
a priori aus den wirkenden Attractionen ohne vorgängige Beobachtung für jeden Ort berechnen läßt, wie es bei einer überall gleich dick mit Wasser bedeckten Erdoberfläche sehr leicht sein würde. Die Verzögerungen und die mittleren Anschwellungsgrößen kann man für jeden Ort der Erde nur durch Beobachtung bestimmen; sind diese Umstände aber einmal bestimmt, dann lassen sie sich für folgende Fälle aus den Constellationen von Mond und Sonne genau voraus berechnen. Die Erscheinung von Fluth und Ebbe hat durch ihre veränderliche Periodicität etwas an die Erscheinungen des organischen Lebens Erinnerndes. „Es ist nicht zu verwundern, daß man zu einer Zeit, welche die Erklärung der Fluth und Ebbe noch nicht herbeigeführt hatte, ihren Mangel durch diese Vergleichung zu ersetzen suchte, und, um es nicht bei einem bloßen Gleichnisse bewenden zu lassen, die Erscheinung sogar als ein Zeichen eines Lebens der Erde ansah. Allein eine gründlichere Naturlehre hat uns seit Newton's großer Zeit von diesem Irrthume befreit, indem sie gezeigt hat, daß Fluth und Ebbe aus dem Gehorsame hervorgehen, welchen alles Körperliche, also auch das Flüssige auf der Erde, derselben Kraft leisten muß, welche die Himmelskörper in ihren Bahnen, sowie die Pendeluhren in ihrem Gange erhält. Sie hat gezeigt, daß die Erscheinung nicht nur im Ganzen, sondern auch in allen ihren Veränderungen, dermaßen der Rechnung folgt, daß man Jahrhunderte lang vorausbestimmen kann, wenn an einem gegebenen Tage eine Fluth eintreten und bis zu welcher Höhe sie gelangen muß. Wenn das Ereigniß selbst mit dieser Rechnung nicht übereinstimmt, so ist die Ursache des Fehlers nicht weit zu suchen: ein Sturm in der Nähe des Ortes, wo er sich zeigt, bringt ihn hervor, und über die Grenzen des Sturmes und seiner Einwirkung hinaus findet er nicht mehr statt. Die Newton'sche Naturlehre hat also Fluth und Ebbe vollständig erklärt, oder mit anderen Worten, sie von allem Wunderbaren entkleidet und sie in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt. Nur eine Erscheinung bleibt wunderbar dabei, und dies ist die Kraft der mathematischen Hülfsmittel, welche der menschliche Verstand zu seiner eigenen Verstärkung geschaffen hat, und durch deren Beistand es ihm möglich geworden ist, eine Reihe von Folgerungen in Verbin-

bung zu setzen, die von den Bewegungen der Sonne und des Mondes bis zu den Bewegungen des Meerwassers führen, und beide Wirkungen einer Ursache, so verschiedenartig sie auch hervortreten, so fest an diese zu knüpfen, daß man sogar Kenntnisse, welche auf die Beobachtungen und Rechnungen der Astronomen Einfluß haben, von den Maßstäben ablesen kann, welche man in den Häfen angebracht hat, um daran die Wasserhöhen zu beobachten."[1])

Newton's Methode der Naturforschung besteht darin, daß sie die Erscheinungen nicht als für sich bestehende Thatsachen betrachtet, sondern ihre Ursachen aufsucht und wenn sie dieselben gefunden, aus ihnen auch theoretisch die Erscheinungen ableitet, welche dann mit den factischen so weit übereinstimmen müssen, als die Vollkommenheit der Beobachtungen und die Mannichfaltigkeit der kleinen, sich der Rechnung entziehenden Störungen erlaubt. Auf diese Weise fand Newton die allgemeine Schwere, das Bestreben jedes körperlichen Punktes, alle übrigen körperlichen Punkte anzuziehen, als eine Ursache der Bewegungen aller Himmelskörper. Auch Fluth und Ebbe sind hiervon eine Folge. Durch Uebereinstimmung von Ursache und Wirkung ist das auf's Vollständigste erwiesen.

Lassen Sie mich nun versuchen, Ihnen die sehr in das Gebiet der Mathematik fallenden Ursachen von Fluth und Ebbe nach Newton's Lehren möglichst deutlich zu machen. Voraussetzen muß ich dabei, daß Ihnen der Unterschied zwischen festen und flüssigen Körpern klar vorschwebt und daß Sie sich auch erinnern, daß die allgemeine Anziehung der Körper mit ihrer Entfernung von einander abnimmt. Fluth und Ebbe werden, wie Sie wissen, durch Mond und Sonne bedingt; um die Betrachtung zu vereinfachen, lenke ich Ihre Aufmerksamkeit aber zunächst nur auf die Sonne, für den Fall, daß die ganze Erde überall gleich dick mit Wasser bedeckt wäre. Die Bahn der Erde ist, wie Sie wissen, ein beständiges Fallen nach der Sonne (⊙ auf umstehendem Holzschnitt). Es betrage dasselbe z. B. in einer Minute so viel, daß dadurch der Mittelpunkt E nach e gerückt würde, wenn nicht gleichzeitig eine andere Kraft das Fallen in einen Umschwung verwandelte. Die festen Theile der Erde können dieser Kraft nur im Ganzen und ohne Aenderung der Gestalt folgen, obwohl

die der Sonne näheren bei A ſtärker angezogen werden als z. B. die bei B und C. Die ganze feſte Erde rückt, der Schwere folgend, in die Stellung a C b C. Auch können die feſten Theile bei f nicht der wahren Anziehungsrichtung f g folgen, ſondern ſie ſind gezwungen, den Weg nach h zurückzulegen, d. h. der Effect, den die Anziehung auf die feſten Theile der Erde hervorbringt, iſt nicht gleich der Anziehung jedes einzelnen Theiles, ſondern gleich der Anziehung der Geſammtmaſſe oder, was daſſelbe iſt, ihres Schwerpunktes E. A fällt daher, obwohl er ſtärker angezogen wird, in derſelben Zeit durch keinen längeren Weg als B oder C oder f, und alle fallen parallell ſtatt concentriſch gegen ⊙, während allerdings die Tendenz ihres Fallens nicht dieſelbe iſt. Das iſt aber anders bei flüſſigen Körpern, wie bei dem Waſſer (und der Luft). Das bewegliche Waſſertheilchen i fällt nicht nach k, ſondern nach l zu, und weil es etwas entfernter von der Sonne iſt als M, in derſelben Zeit nicht genau ganz ſo weit als M. Durch dieſe Fallrichtungen und Größen entſteht, wie Sie ſehen, nothwendig ein Beſtreben aller Waſſertheilchen in der Richtung nach m zuſammenzurücken, und



daraus wird ein Fluthhügel, unter welchem die feste Erde A C B C sich hinwegdreht.

Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die andere Seite der Erde. Ein Wassertheilchen bei B und bei n wird nicht so stark von der Sonne angezogen als bei M oder bei i, es fällt deshalb nicht so schnell (in derselben Zeit nicht so weit) gegen die Sonne als M oder i, welche Differenz jedoch durch die Massenanziehung der fallenden Erde fast ganz aufgehoben wird. Es fällt aber auch nicht in der Richtung n o, wie ein festes Theilchen fallen würde, sondern nach p zu. Wir sehen also auch hier ein Zusammenrücken der Wassertheilchen nach der Mittellinie zu bedingt, wodurch auch auf dieser Seite ein Fluthhügel entstehen muß, unter welchem ebenfalls die feste Erde sich beständig hinweg bewegt. Durch diese Anhäufungen von Wasser in der Richtung der Sonne und ihr gegenüber, deren Massen man für eine überall mit Meer bedeckte Erdoberfläche auf etwa 100 Cubikmeilen berechnet hat, entsteht nothwendig nach den Regionen C C ein verhältnißmäßiger Wassermangel, und dieser bewirkt die Ebbe. Die Umdrehung der Erde aber bringt den beständigen Wechsel von Fluth und Ebbe hervor. Wäre die Sonne die einzige oder auch nur die Hauptursache davon, so würde dieser Wechsel genau täglich vier Mal eintreten. Aber nicht die Sonne allein wirkt in dieser Art ungleich auf die festen und flüssigen Theile der Erde, sondern auch der Mond und zwar dieser wegen seiner viel geringeren Entfernung bei Weitem überwiegend. Das Ueberwiegen der Mondwirkung ist um so größer, da es sich hierbei vorzugsweise auch um die Unterschiede der Entfernungen, z. B. um den Unterschied zwischen M ⊙ und i ⊙ handelt, und diese Unterschiede sind für den nahen Mond viel größer als für die ferne Sonne. Dadurch entstehen, streng genommen, vier Fluthhügel, zwei größere durch den Mond und zwei kleinere durch die Sonne veranlaßte. Die ersteren wiederholen sich wegen der Erdumdrehung an jedem Orte alle 24 Stunden genau zwei Mal, die letzteren wegen der gleichzeitigen Mondbewegung alle 25 Stunden zwei Mal. Die letzteren sind zwei und ein halb Mal so bedeutend als die ersteren, nur sie werden deshalb vorzugsweise wahrgenommen und Fluth genannt.

Ihre Erſcheinung iſt natürlich um ſo größer, je mehr ſie mit den Wirkungen der Sonne zuſammenfallen, um ſo kleiner, je mehr die Sonnenfluth in die Mondebbe fällt. Je mehr beide Himmelskörper in einer Richtung ſtehen, deſto größer iſt folglich ihre gemeinſame Fluthwirkung. Am kleinſten während des erſten und letzten Viertels des Mondes, größer bei Vollmond und Neumond (Springfluth), am größten bei Sonnenfinſterniſſen, die in Zeiten eintreten, in welchen der Mond der Erde und die Erde der Sonne beſonders nahe ſtehen. Doch wirken außerdem auch noch die herrſchenden Winde ſehr modificirend auf die Größe und ſelbſt auf die örtliche Eintrittszeit von Fluth und Ebbe ein.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß auch die Atmoſphäre ſolche Fluthhügel bilde, aber es ſind bis jetzt nur ſehr geringe Spuren davon aufgefunden worden.

Ebenſo muß, wenn die Erde einſt heißflüſſig war und im Innern noch heißflüſſig iſt, die Stellung von Mond und Sonne dergleichen Bewegungen hervorgebracht haben, und ſo weit es der Raum erlaubt, noch hervorbringen.

Was das Erſtere betrifft, ſo geſtatten Sie mir, daß ich dieſen Brief hierüber mit einer Betrachtung des berühmten Aſtronomen Beſſel ſchließe, wie ich ihn mit einer ſolchen begonnen habe. „Erlauben Sie mir nur noch, daß ich auch auf den Hintergrund des Bildes hinweiſe; auf das, was ſich in blauer Ferne zeigt, in deren Nähe kein menſchliches Auge gedrungen iſt und kein menſchlicher Verſtand dringen wird, deſſen Beſchreibung höchſtens nur in den großartigſten, aber auch am ſchwerſten zu deutenden Zügen, nämlich in den Gebirgszügen der Erde, zu uns gelangen könnte. Ich rede von der Jugendzeit der Erde, von der Zeit, in welcher das Urgebirge noch im geſchmolzenen Zuſtande vorhanden war, in welcher die Erde eine ganz oder großentheils flüſſige Maſſe bildete. Dieſelben Urſachen, welche das wenige Waſſer auf der Erde um wenige Fuß ſteigen und fallen laſſen, haben auch jene große flüſſige Maſſe in Schwankungen verſetzt; aber in berghohe Schwankungen, in Bewegungen, von welchen keine Vorſtellung mehr vorhanden iſt und denen unſere Einbildungskraft vielleicht nicht einmal folgen kann. Wäre dieſe heftig bewegte Maſſe zuerſt an ihrer

Oberfläche erstarrt, oder hätten sich ihre zuerst erstarrten Theile an die Oberfläche begeben, wie das auf dem schwereren Wasser schwimmende, leichtere Eis unserer Polarmeere, so müßten Folgen, denen ähnlich, welche diese Meere uns zeigen, eingetreten sein: die erstarrten Theile würden hin- und hergeworfen sein, sich über und unter einander gedrängt, ihre horizontale Lage in geneigte Lagen verändert, und bei fortschreitender Erstarrung eine Oberfläche gebildet haben, von welcher die aus Eisbergen und Eisflächen zusammengefrorene, unebene Oberfläche der Polarmeere vielleicht ein Bild, wenn auch nur ein im kleinsten Maaßstabe ausgeführtes, gewährt. — Ich habe auch dieser möglichen bleibenden Folge der Fluth und Ebbe erwähnen wollen. Daß sie den Beweisen des nach und nach erfolgten und noch erfolgenden Emporsteigens der Gebirge der Erde, welche nicht etwa durch Verfolgung zweideutiger Gründe, sondern durch Beobachtung zusammenhängender Thatsachen erlangt worden sind, nicht entgegentreten soll und kann, ist der Natur der Sache angemessen und braucht daher kaum erwähnt zu werden. Ueberhaupt ist meine Meinung, daß von Dingen und Ereignissen in „blauer Ferne," d. h. von solchen, zu welchen keine ununterbrochene Stufenreihe verfolgt werden kann, viel Nichtunvernünftiges zwar gesagt, aber nie als unzweideutige Wahrheit erkannt werden kann. Das erfahrungsgemäße, nie abbrechende Zurückkommen auf alle Dinge und Ereignisse, deren Entfernung von uns, dem Raume oder der Zeit nach, als unendlich angesehen werden kann, rechtfertigt wenigstens diese Meinung.

Dreißigſter Brief.

Circulation des Waſſers auf der Erde.

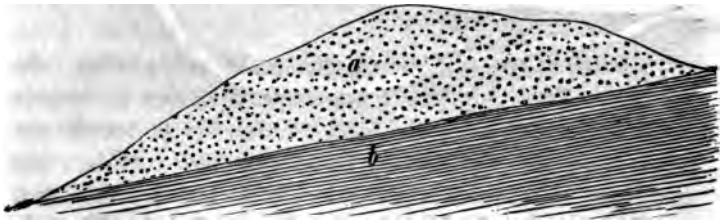
„Wer, zu geiſtiger Selbſtthätigkeit erweckt, ſich gern eine eigene Welt im Innern baut, den erfüllt der Schauplatz des freien offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen.“ A. H.

Ich kann dieſe Gelegenheit nicht vorübergehen laſſen, ohne Ihnen eine kurze Schilderung des Waſſerkreislaufes auf unſerem Erdkörper zu entwickeln, dieſes Kreislaufes, der zu den Grundbedingungen für die Exiſtenz organiſcher Weſen gehört, und von deſſen örtlicher Entwickelung die Cultur und der Wohlſtand der Völker nicht wenig abhängen. An der Quelle ſuchen wir Labung, der murmelnde Bach treibt unſere Mühlen, der ſpiegelnde Fluß wird zur großen Straße des Handels und die ſchäumenden Wogen des Oceans durchſchneidet der belaſtete Kiel, die Nationen aller Welttheile durch tauſend Fäden verbindend, und was der brennende Sonnenſtrahl verflüchtigend der Atmoſphäre zuführt, kehrt als erfriſchender Thau und Regen zu uns, den Landbewohnern, zurück.

Laſſen Sie uns dieſen Kreislauf von den Quellen der Flüſſe verfolgen, um zuletzt wieder zu ihnen zurückzukehren. Daß die Quellen, wenn man von einzelnen Ausnahmen abſieht, durch das Waſſer geſpeiſt werden, welches aus der Atmoſphäre als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. auf die Erde niederfällt, unterliegt bei allen Verſtändigen keinem Zweifel mehr. Alle die künſtlichen Hypotheſen, mit welchen ſich wunderliche Käuze zuweilen die Köpfe zerbrochen haben, nach welchen die Quellen durch unterirdiſche Strömungen und dergleichen, unabhängig von atmoſphäriſchen Niederſchlägen, geſpeiſt werden ſollen, was höchſtens ganz ausnahmsweiſe der Fall iſt, zerfallen in Nichts gegen die einfachſte aller Erklärungen.

Das Regen- oder Thauwaſſer verliert ſich auf dreierlei Weiſe von der Oberfläche, auf welche es auffällt. Ein Theil verdunſtet ſogleich wieder, ein anderer Theil läuft an der Oberfläche ab und kommt den Bächen und Flüſſen unmittelbar zu, der Reſt endlich dringt in dieſelbe ein. Hier ſinkt es ſo tief,

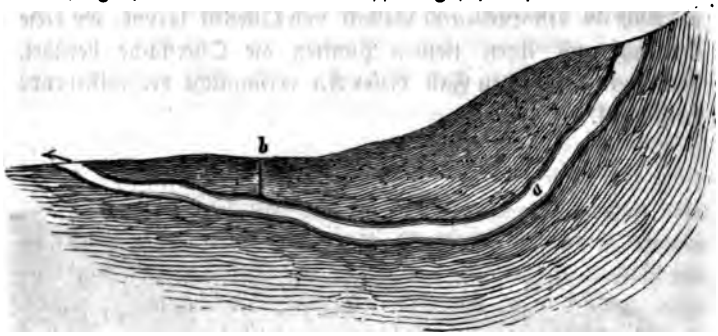
als die localen Umſtände es erlauben. Findet es eine undurchlaſſende Unterlage, ſo ſammelt es ſich auf dieſer und tritt nach und nach an den Stellen in Geſtalt von Quellen hervor, wo dieſe Unterlage mit ihren tiefſten Punkten die Oberfläche berührt. Einen ganz einfachen Fall dieſer Art verſinnlicht der beiſtehende Holzſchnitt.



Das Waſſer, was über dem undurchlaſſenden Boden b in den Hügel oder Berg a eindringt, kommt bei ↖ als Quelle hervor, aber nur nach und nach, weil die einzelnen Waſſertheilchen ſehr ungleich lange Wege zurückzulegen haben. Dringt kein neues Waſſer ein, ehe das durch ſeinen Weg entfernteſte Theilchen dieſen Weg zurückgelegt hat, ſo verſiegt die Quelle; erfolgen aber ſtets früher neue atmoſphäriſche Niederſchläge, ſo iſt die Quelle unverſieglich, wenn auch in ungleichen Zeiten von ungleicher Stärke. Wenn der Waſſer undurchlaſſende Boden nicht tiefer liegt als die wechſelnden Temperaturen der Oberfläche in den Boden eindringen, ſo entſtehen dadurch kalte Quellen, deren mittlere Temperatur mit der mittleren Temperatur der Gegend übereinſtimmt, oder ſogar etwas niedriger iſt, wenn ihr Zufluß aus hohen Bergen herrührt. Dringt aber das Waſſer bis ſo tief in das Erdinnere ein, wo die Temperatur eine conſtant höhere iſt, als an der Oberfläche, ſo kann es dann je nach der Größe dieſer Tiefe als warme oder heiße Quelle wieder hervortreten. Das iſt z. B. bei einem Schichtenbaue wie der nachſtehende ſehr leicht möglich, wenn wir nämlich a als eine waſſerdurchlaſſende Schicht zwiſchen zwei waſſerundurchlaſſenden Geſteinen annehmen.

Die Temperatur einer ſolchen Quelle wird, wie erwähnt, um ſo höher ſein, je tiefer ihr Waſſer eindrang und je kürzer der Weg iſt, auf dem es emporſteigt. Ja ſie kann dem Siede-

punkte nahe kommen oder unter gewiſſen Umſtänden ihn ſogar überſteigen, wie wir an den Geyſern geſehen haben.



So geſpannte Quellenwege gewähren zugleich die Möglichkeit arteſiſcher Springquellen; bohrt man nämlich bei b ein Loch bis in die Waſſerſchicht, ſo wird das Waſſer, da b tiefer liegt als der natürliche Ausflußpunkt ←, bei b mit einer gewiſſen Kraft hervorſprudeln, ähnlich wie bei einer künſtlichen Fontaine.

Auf ſeinen unterirdiſchen Wegen löſt nun das Waſſer aus dem durchſtrömten oder durchſickerten Geſteine Alles auf, was für Waſſer ſeiner Temperatur auflöslich iſt. So entſtehen Mineralquellen und Salzſoolen, deren Gehalt einestheils von der Zuſammenſetzung der durchſtrömten Gebirgsarten, anderentheils von ihrer Temperatur (alſo der Tiefe ihres Weges) abhängig iſt. Faſt jede Quelle iſt etwas mineraliſch, man pflegt ſie aber erſt ſo zu nennen, wenn der Mineralgehalt durch Geſchmack oder Wirkung auf den Körper bemerkbar wird. Wenn ſich heiße Mineralquellen beſonders häufig in vulkaniſchen oder vulkaniſch geweſenen Gegenden vorfinden, ſo mag dies theils an der größeren Zerſpaltung und deshalb leichteren Durchdringbarkeit ſolcher Gegenden liegen, theils aber wohl auch daran, daß in ſolchen Gegenden die Temperaturzunahme mit der Tiefe eine ſchnellere iſt, als anderwärts. Wenn aber ſolche Mineralquellen heilkräftig auf den menſchlichen Organismus wirken, ſo kann man das einen glücklichen Zufall nennen, oder eine Folge der überall in einander greifenden Naturgeſetze. Aber keineswegs alle Mineralquellen ſind zugleich Geſundbrunnen.

Wenn nun das Waſſer den Quellen entſtrömt iſt, ſo läßt es die mineraliſchen Beſtandtheile, welche es aufgelöſt enthält, größtentheils ſogleich nach ſeinem Ausſtrömen, alſo in der Nähe der Quellenmündung niederfallen, weil hier die auflöſende Kohlenſäure oder Wärme entweicht, oder weil ein Theil des Waſſers verdunſtet. Schon deshalb würden alle Bäche und Flüſſe weniger Kohlenſäure und mineraliſche Beſtandtheile aufgelöſt enthalten, als im Durchſchnitt die Quellen; dazu kommt aber noch, daß der Mineralgehalt gewöhnlich in einzelnen Quellen beſonders concentrirt iſt, während ſich deren Waſſer in den Bächen mit vielem von Haus aus weit weniger mineraliſchem und oft ſogar mit reinem Regen- oder Thauwaſſer miſcht. Der, wenn auch geringe Kohlenſäuregehalt der meiſten Quellen iſt es, welcher ihrem Waſſer als erfriſchender und durſtlöſchender einen großen Vorzug vor Regen- oder Flußwaſſer giebt. Dagegen beginnen nun die Bäche und Flüſſe eine neue zerſtörende Arbeit; ſie graben ſich ihre Betten in feſten Fels oder lockeren Boden, unterwühlen ihre Ufer und führen beſonders in Fluthzeiten, wenn ſie durch Regen- oder Thauwetter über ihr gewöhnliches Niveau anſchwellen, eine Menge feſter Beſtandtheile mechaniſch mit ſich fort, welche z. B. beim gelben Fluſſe in China $^1/_{200}$, beim Rheine nach Harſtöker ſogar $^1/_{100}$ der Waſſermaſſe betragen ſoll. Da dieſe Wirkungen beſtändig und an unzähligen Punkten der Erdoberfläche zugleich ſtattfinden, ſo iſt ihr Geſammterfolg natürlich ſehr groß. Nehmen wir als mittleren Schlammgehalt der Flüſſe nur $^1/_{455}$ ihrer Waſſermaſſe an und rechnen wir die von allen Flüſſen jährlich dem Meere zugeführte Waſſermaſſe nach ungefähren Schätzungen zu 455 Cubikmeilen, ſo beträgt die Maſſe der jährlich von ihnen ins Meer geführten feſten Beſtandtheile eine Cubikmeile. Es iſt ſehr die Frage, ob von allen Menſchen, die je auf der Erde gelebt haben, zuſammengenommen eine ſo große Maſſe feſter Theile bemerkbar translocirt worden iſt. Der Rauminhalt der größten ägyptiſchen Pyramide beträgt z. B. nur etwa den millionſten Theil einer Cubikmeile.

Alle dieſe mechaniſch fortgeführten Theile ſetzen die Flüſſe in überſchwemmten Niederungen und Landſeen, im Meere oder an ihren Mündungen in das Meer wieder ab. Im letzteren

Falle bilden ſie dadurch die Delta's, deren Ausdehnung zuweilen Hunderte von Quadratmeilen beträgt.

Der Lauf der Flüſſe iſt natürlich abhängig von der Configuration des Bodens, aber keineswegs in der Weiſe, daß man dieſe als ein Reſultat von jenem betrachten könnte. Gebirge ſind zwar gewöhnlich, aber nicht immer Waſſerſcheiden von Stromgebieten, und keineswegs alle Waſſerſcheiden von Stromgebieten fallen mit Gebirgsketten zuſammen. Es herrſcht vielmehr eine gewiſſe Unabhängigkeit zwiſchen dem Laufe der Flüſſe und der Lage, Richtung und Form der Gebirge. Ja zuweilen erkennt man ſogar, daß die Erhebung der Gebirge oder Berge erſt erfolgt iſt, nachdem ſchon Waſſerabläufe auf ihrer Oberfläche vorhanden waren, die nun dadurch unmöglich geworden ſind. Solche Fälle haben Darwin[8]) und v. Tſchudi[10]) in Peru mehrfach beobachtet. Der alte Lauf des Fluſſes Chillon z. B. läßt ſich als trocknes Bette (rio seco) über eine neuerlich gehobene Hügelkette hinweg verfolgen, die er jetzt in großem Bogen umſtrömt.

In Berghaus' phyſikaliſchem Atlas können Sie eine recht überſichtliche Darſtellung der wichtigſten Stromgebiete unſerer Erde finden; das größte unter denſelben iſt das des Amazonenſtromes mit 94500 Quadratmeilen Oberflächenraum, während das des Rheines z. B. nur 4080 Quadratmeilen enthält. Man pflegt außer dieſer tributpflichtigen Oberfläche auch noch die Längenausdehnung und wo möglich die normale Waſſermenge der Flüſſe zu beſtimmen, wobei ſich denn zeigt, daß dieſe Größen einander keineswegs proportional ſind, was eine ſehr natürliche Folge der verſchiedenartigen Oberflächengeſtaltung und der ungleichen Vertheilung atmoſphäriſcher Niederſchläge iſt.

Die meiſten Ströme oder Flüſſe münden in das Meer, einige aber in Landſeen, die keinen Ausfluß haben und mit dem Meere in gar keiner flüſſigen Verbindung ſtehen, weshalb denn auch ihr Spiegel theils viel tiefer, theils viel höher als der des Meeres liegt, welches Erſtere nicht ſein könnte, wenn ſie mit ihm in flüſſiger Verbindung ſtänden. Die merkwürdigſten Beiſpiele dieſer Art ſind das Kaſpiſche, 80 Fuß, und das todte Meer, 600 Fuß tiefer als der Spiegel des Oceans, die Land-

ſeen im Innern Aſiens und die kleineren in der mehrfach geſpaltenen Kette der Anden.

Dieſe Landſeen ohne flüſſige Verbindung mit dem Weltmeere haben ihre eigenen Flußſyſteme, ſtehen jedoch durch die Verhältniſſe von Verdunſtung und Niederſchlag auch mit dem Ocean in einiger Verbindung, wodurch ihr Spiegel etwas verändert wird, je nach der Größe dieſer Factoren. Ohne Ausfluß können ſolche Seen natürlich nur dann bleiben, wenn ihre Verdunſtung im Durchſchnitt eben ſo groß oder größer iſt, als der Zufluß. Beträgt die Verdunſtung mehr als der Zufluß, ſo nehmen ſie ſo lange ab, bis ſich das Gleichgewicht zwiſchen beiden hergeſtellt hat. Denn mit dem Sinken ihres Spiegels wird auch ihre Oberfläche und folglich ihre Verdunſtung kleiner, während die Zuflüſſe ſich gleich bleiben. Iſt dagegen der Zufluß ſtärker als die Verdunſtung, ſo wird er ein beſtändiges Steigen und endliches Ueberfließen bedingen.

Das Weltmeer hat, ſo weit die Geſchichte reicht, weder eine Zu-, noch Abnahme gezeigt. Die eine wie die andere müßte ſich überall gleichmäßig durch Uebertreten oder Zurückweichen zu erkennen geben. Aber alle hiſtoriſchen Niveauänderungen an den Küſten haben ſich bis jetzt als local erwieſen und rühren daher ſicher von Erhebung oder Senkung des Landes her, nicht von einer localen Schwankung des Meeres. Ja es iſt ſogar wahrſcheinlich, daß auch in vorhiſtoriſcher Zeit die Niveauſchwankungen meiſtentheils nur locale, durch Erhebung oder Senkung des Landes bedingte waren, wenn auch wirklich durch die Aenderung der Ekliptik bedingt ein ſeculäres Schwanken der größten Waſſeranhäufung von einem Pol zum anderen ſtattfinden ſollte.

Das Meer beſteht, wie Sie wiſſen, aus Mineralwaſſer: es enthält Chlornatrium (Kochſalz circa 2,50 Procent), Chlormagneſium (0,30), ſchwefelſaure Talkerde (0,30), Chlorcalcium (0,15) nebſt Spuren von kohlenſaurer Kalkerde, kohlenſaurer Talkerde, kohlenſaurem Eiſenoxydul, phosphorſaurer Kalkerde, Kieſelſäure, Brom- und Jodverbindungen. Dieſe conſtanten Beſtandtheile ſcheint es (vielleicht in etwas anderen Quantitäten) ſchon in den älteſten geologiſchen Epochen enthalten zu haben, aber die Quantität derſelben iſt auch jetzt nicht überall

gleich, ſondern in der Tiefe und zwiſchen den Wendekreiſen, wo die Verdunſtung am ſtärkſten iſt, im Allgemeinen am größten, gegen die Pole hin geringer. Dieſe Unterſchiede müßten nothwendig noch größer ſein, wenn nicht die Strömungen des Meeres beſtändig umrührend wirkten. Dieſe Strömungen, welche theils mit beſtimmten uferähnlichen, theils mit unbeſtimmten Grenzen ſich zwiſchen dem ruhigen Waſſer fortbewegen, ſind in ihrem theils oberflächlichen, theils tief innerlichen Verlaufe äußerſt complicirt, ſie rühren, wie v. Humboldt bemerkt, von ſehr mannichfachen Urſachen her, deren Einfluß ungleich iſt. Als wichtigſte dieſer Urſachen werden die Drehung der Erde unter den Fluthhügeln hinweg, die herrſchenden Winde, die durch Salzgehalt und Wärme ungleiche Dichte des Meerwaſſers, die conſtanten oder unregelmäßigen Luftſtrömungen (Winde) und die von Oſt nach Weſt fortrückenden periodiſchen Variationen des Luftdruckes betrachtet, welche letztere nothwendig eine Ausgleichung in dem Widerſtand des Waſſers finden müſſen, es wird nämlich dahin gepreßt, wo der Luftdruck temporär geringer iſt. Zu dieſen Urſachen kommt außerdem auch noch die ungleiche Verdunſtung. Wenn nämlich irgendwo die Verdunſtung des Meeres größer oder geringer iſt, als der Niederſchlag und Zufluß durch benachbarte Flüſſe, ſo muß nothwendig eine Ausgleichung durch Strömungen herbeigeführt werden. Im mittelländiſchen Meere erſetzen z. B. die einmündenden Flüſſe nicht das verdunſtende Waſſer, und dadurch wird in der Meerenge von Gibraltar eine conſtante ſtärkere Einſtrömung hervorgerufen, als die in der Tiefe beobachtete Ausſtrömung beträgt. Dadurch, ſowie durch die beſtändige ſtarke Einſtrömung aus dem indiſchen in das rothe Meer, erklärt es ſich zugleich, warum dieſes Meer an der Landenge von Suez merkbar niedriger ſteht, als das rothe Meer. Die Einſtrömung bei Gibraltar vermag nämlich nicht auf ſolche Ferne hin die Ausgleichung des Niveaus völlig herzuſtellen, die Waſſeroberfläche bleibt vielmehr immer eine etwas geneigte wie in jedem Fluſſe.

Man könnte glauben, die Schnelligkeit der durch die fortrückenden Fluthhügel hervorgebrachten Strömungen müſſe außerordentlich groß ſein, da jeder der gegen 100 Cubikmeilen enthaltenden Fluthhügel alle 25 Stunden einmal um die Erde

wandert. Da aber die Waſſermaſſe der Fluthhügel in Vergleich zu den darunter liegenden Waſſermaſſen des ganzen Meeres immer noch ſehr klein iſt und ſich die Bewegung auf die ganze Maſſe vertheilt, ſo iſt die Fortbewegung jedes einzelnen Theiles nur gering. Es iſt das ein ähnlicher Fall, als wenn wir uns einen dicht gedrängten Gürtel von Menſchen im Aequator um die ganze Erde herum aufgeſtellt denken. Dieſe können, ohne ſich anzuſtrengen, überall mit dem Eintritt der Sonne in ihr Zenith ſich auf eine beſondere Weiſe gruppiren (Fluthhügel bilden), während es dem Einzelnen ganz unmöglich ſein würde, auch nur eine kurze Zeit im Zenith zu bleiben, mit ihm fortzurücken. Ganz richtig iſt dieſer Vergleich natürlich nicht, wie denn Vergleiche und bildliche Vorſtellungen überhaupt nie die Wahrheit zu erſetzen vermögen, während ſie, wie ich in dieſem Falle hoffe, ſchwierige Punkte oft ſehr erläutern können.

Sicher iſt es, daß alle Strömungen des Meeres, wenn ſie auch nicht alle ſpeciell erklärbar ſind, von ſolchen phyſiſchen Verhältniſſen, wie die genannten, herrühren, und nimmermehr einer beſonderen myſtiſchen Lebenskraft des Erdkörpers zugeſchrieben werden dürfen.

Die Meeresſtrömungen ſind es, welche ganz vorzugsweiſe auch eine andere Vertheilung der mittleren Temperatur auf der Erdoberfläche bedingen, als ſie aus dem bloßen Sonnenſtande hervorgehen würde. Sie verbreiten die Wärme des Aequators local gegen die Pole hin und die Kälte der Pole nach den Wendekreiſen. Großbritannien und Norwegen verdanken ihr unverhältnißmäßig mildes Klima außer anderen Urſachen wahrſcheinlich vorzugsweiſe dem Golfſtrom, deſſen Waſſer, von tropiſcher Sonne erhitzt, ſich nach dieſen Erdgegenden ergießt.

Alle dieſe conſtanten Strömungen, ſowie der jedem Windhauch folgende Wellenſchlag, ſind nicht nur für die Beſchaffenheit und für die organiſche Bevölkerung des Meeres, ſondern auch für die Schifffahrt auf demſelben höchſt wichtig. Wiſſenſchaftliche Forſchung und praktiſche Anwendung gehen hierbei recht unmittelbar Hand in Hand, und dieſem Umſtande verdanken wir die große Zahl der mühſamen Beobachtungen durch Seefahrer.

Das Meerwaſſer verdunſtet mit Zurücklaſſung alles Mineral- (Salz-) Gehaltes auf ſeiner Oberfläche ſtets und überall, aber nicht überall gleich ſtark, ſondern wo es am meiſten erwärmt und bewegt wird, am ſtärkſten. Die Dünſte werden von den Luftſtrömungen (den Winden) weiter getragen und bilden Wolken, aus welchen das Waſſer als Regen, Thau, Nebel, Schnee u. ſ. w. niederfällt, der größere Theil unmittelbar wieder in das $^2/_3$ der Erdoberfläche bedeckende Meer, der kleinere Theil auf das Land. Aber nicht gleichmäßig, ſondern aus verſchiedenen Gründen ſehr ungleich vertheilt. Die meiſten Niederſchläge erfolgen zwiſchen den Wendekreiſen, aber wahrſcheinlich nicht ſo viel mehr, als die Verdunſtung hier ſtärker iſt, was dann durch Strömungen ausgeglichen werden muß. Ferner regnet es auf dem Lande mehr als auf gleichgroßer Oberfläche des Meeres, mehr an den Küſten als im flachen Landinnern, mehr in Gebirgen als in Ebenen, mehr auf den den herrſchenden Winden zugekehrten als von ihnen abgewendeten Gebirgsabhängen. Alle dieſe Umſtände durchkreuzen, ergänzen und neutraliſiren ſich aber ſo vielfach, daß ſie zuweilen kaum noch einzeln heraus gefunden werden können. Manchmal jedoch treten einzelne derſelben beſonders deutlich hervor, ſo z. B. in dem einfachen Bau des ſüdlichen Südamerika. Hier erſtreckt ſich eine mächtige Gebirgskette von Süd nach Nord, an deren Oſtſeite ſich eine flache Niederung anlehnt, während ſie weſtlich nur durch einen ſchmalen Landſaum vom Meere getrennt wird. Ueber dieſes Land ziehen die mit Waſſerdünſten beladenen Luftſtrömungen in zwei entgegengeſetzten, ziemlich conſtanten Richtungen: ſüdlich vom 25. Grad der Breite aus NO. nach SW., nördlich von dieſem Grad aus SW. nach NO. Die Folge davon iſt, daß ſüdlich alle Niederſchläge auf der Weſtſeite der Anden erfolgen, wo die Winde an ſie anprallen, und hier im ſüdlichen Chile und weſtlichen Patagonien eine üppige Waldvegetation ernähren, während öſtlich dürre faſt unbewohnte Ebenen ſich in La Plata und Oſtpatagonien bis zum Meere ausdehnen. Nördlich vom 30. bis 25. Grad iſt das ganz umgekehrt, da werden die ſüdöſtlichen Paſſatwinde von der Andeskette geſtaut und entladen ſich ihrer Feuchtigkeit über den deshalb

fruchtbaren Niederungen Braſiliens, während Peru und Bolivien auf der dürren Oſtküſte faſt nichts davon erhalten.

Die Vertheilung der atmoſphäriſchen Niederſchläge ſteht nothwendig und wirklich im innigſten Zuſammenhange mit der der Quellen. Schon deshalb ſind dieſe am häufigſten und waſſerreichſten in den Gebirgen, wo kalte Berggipfel die Feuchtigkeit der Atmoſphäre begierig condenſiren und niederſchlagen. Auch die Vegetation hat einen großen rückwirkenden Einfluß auf die Bewäſſerung der Länder, aus der ſie urſprünglich hervorgeht. In waldreichen Gegenden ſcheinen nicht nur mehr Niederſchläge zu erfolgen als in gleich gelegenen waldfreien, ſondern ſie ſind da auch vor ſtarker Verdunſtung und ſchnellem Ablaufen mehr geſchützt. Der Ablauf des Waſſers vertheilt ſich in ihnen auf längere Perioden, und dies wäre ſelbſt dann noch ein ſehr wichtiger Einfluß der Wälder, wenn wir auch ihr Holz als Brenn- und Baumaterial entbehren könnten. Die traurigſten Folgen ſind ſchon aus der unvorſichtigen Zerſtörung der Wälder hervorgegangen; wir haben in Europa zwei warnende Beiſpiele der Art: das eine in Griechenland, deſſen frühere hohe Cultur dadurch für eine lange Periode vernichtet zu ſein ſcheint, das andere im italieniſchen Tyrol, von wo aus jetzt die ſeit Zerſtörung der Wälder höchſt unregelmäßig anſchwellenden Gewäſſer der Brenta dem Hafen Georgia und der alten Lagunenſtadt den Untergang durch Verſchlammung drohen.

Ich habe Sie nun durch den Kreislauf des Waſſers bis zu den Quellen zurückgeführt, und bitte Sie jetzt nochmals, dieſen ja nicht zu verwechſeln mit einem organiſchen Kreislauf, wie etwa dem des Blutes, womit man ihn mehr poetiſch als wahr verglichen hat. Seine Urſachen ſind Verdunſtung und Niederſchlag, ſowie das Geſetz der Schwere, während wir die des organiſchen Kreislaufes noch nicht kennen.

Einunddreißigſter Brief.

Gletſcher.

Der Kreislauf des Waſſers wird zuweilen dadurch unterbrochen, daß es bei niederer Temperatur ſich in Eis verwandelt. Sie wiſſen es ja, daß an den Polen große Flächenräume beſtändig mit Eis bedeckt ſind, von denen ſich mächtige Maſſen ablöſen, um als ſchwimmende Schollen oder Eisberge gegen die wärmeren Erdgegenden hin zu treiben, wo ſie natürlich ſchmelzen. Dieſe Erſcheinung als hinreichend bekannt vorausſetzend, will ich Ihnen von einer anderen Unterbrechung der Waſſercirculation durch Eisbildung Einiges erzählen, die im Kosmos ganz übergangen iſt, während ſie doch in neueſter Zeit den Naturforſchern viel zu ſchaffen gemacht hat. Ich meine die Bildung der Gletſcher und ihre Bewegung.

Die Gletſcher beſtehen aus Eis und erſtrecken ſich von dem ewigen Schnee, dem ſogenannten Firn einiger hohen Gebirge, z. B. der Schweizeralpen, in die Thäler und Schluchten hinab, oft bis tief unter die Grenze der conſtanten Schneebedeckung, z. B. bei Grindelwald bis in eine Höhe über dem Meere von etwa 3000 Fuß, während dort die Grenze des ewigen Schnees von den Spitzen der Berge nur bis etwa zu 8000 Fuß Meereshöhe, alſo gegen 5000 Fuß weniger tief herab reicht als die Gletſcherenden. Die Gletſcher hängen gleichſam wie gewaltige Eiszapfen von dem großen Schneedache der Alpen herab, aus welchem ſie entſtehen, indem der Firn, in die Thäler und Schluchten gedrängt, durch den Wechſel der Temperatur von Tag und Nacht, Sommer und Winter, nach und nach immer körniger wird und endlich in Eis übergeht.

Die lautloſe Stille, die völlige Ruhe und Erſtarrung, welche periodiſch in den höchſten Regionen der Alpen herrſcht, und einen ſo eigenthümlichen Eindruck auf das Gemüth macht, ſind nur ſcheinbar. In Wirklichkeit herrſcht auch hier beſtändige Bewegung der Theile, und oft genug äußert ſie ſich durch ſehr

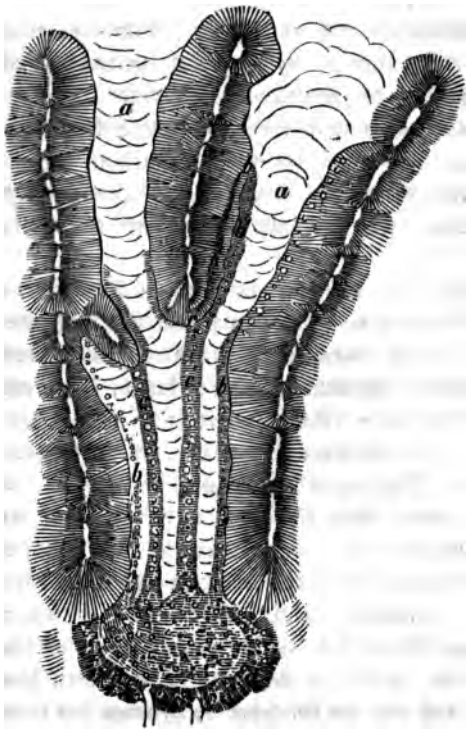
geräuſchvolles Berſten des Eiſes oder durch donnernden Sturz der Lawinen.

Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß alle Gletſcher in ihrer ganzen Ausdehnung ſich thalabwärts bewegen, wodurch natürlich auch die einzelnen Theile ihrer unteren Enden ſtets vorrücken müſſen. Auf dieſe Weiſe gelangen ſie ſo weit unter die Schneegrenze hinab, bis das jährliche Abthauen dem jährlichen Vorrücken gleich kommt, ſo daß nun nur in ungewöhnlich kalten Jahren ein merkbares Vorrücken, und in ungewöhnlich warmen ein merkbares Zurückweichen des unteren Gletſcherendes eintritt. In dieſem Zuſtande des Gleichgewichtes finden wir die meiſten Gletſcher. Da aber ihre Lage ſehr verſchieden iſt, ſo wirken die Winde und andere atmoſphäriſche Einflüſſe ſehr ungleich auf ſie ein, weshalb denn auch in Jahren von mittlerer Temperatur einige Gletſcher ihr unteres Ende etwas zurückziehen (d. h. ſie ſchmelzen ab), andere es vorſchieben, während nur in ungewöhnlich kalten oder warmen Zeiträumen ein allgemeines Vorrücken oder Zurückziehen ſtattfindet.

Einige Gletſcher endigen auch wohl über der Schneegrenze an ſteilen Abhängen, und ihr Ende kann dann nur deshalb nicht zuſammenhängend vorrücken, weil es ſtets abbricht und den Abhang hinabſtürzt. So entſtehen Eislawinen und Gletſcherfälle.

Daß wirklich alle Gletſcher in ihrer ganzen Ausdehnung ſich ſtets thalabwärts bewegen, iſt nicht nur neuerlich durch ſpecielle Beobachtungen direct nachgewieſen, ſondern auch durch gewiſſe andere auffallende Umſtände längſt erkannt, am deutlichſten durch die Moränen (Anhäufungen von Schutt und Steinblöcken), welche die Gletſcher theils vor ſich herſchieben, theils auf ſich tragen. Diejenigen Schuttwälle, welche das untere Ende umgeben, nennt man Endmoränen, die an den Seitenrändern der Gletſcher Seitenmoränen, und die auf der Oberfläche verlaufenden Mittelmoränen oder Sandecken. Alle dieſe Moränen enthalten häufig Blöcke von Geſteinen, welche nur am oberen Theile des Gletſchers, manchmal meilenweit vom unteren Ende entfernt anſtehen, und aus allen Umſtänden ergiebt ſich, daß nur der Gletſcher es geweſen ſein kann, der ſie an ihre jetzige Stelle getragen hat. Die Entſtehung der

Moränen iſt nämlich ganz einfach folgende. Abwechſelung von Froſt und Wärme, Lawinenfälle und manche andere Umſtände verurſachen an den ſteilen Thalgehängen, zwiſchen denen die Gletſcher ſich ausdehnen, das Herabſtürzen von Schutt und mächtigen Steinblöcken. Dieſer Felsſchutt bleibt größtentheils auf dem Rande des Gletſchers liegen und bewegt ſich mit ihm thalabwärts; auf dieſe Weiſe kommen aber natürlich immer neue Stellen des Gletſchers (a) unter die Orte, wo Schuttmaſſen von den Thalgehängen herabfallen, und ſtatt einzelner Schutthaufen entſtehen lange Wälle — Seitenmoränen (b). Wo nun aber, wie das häufig der Fall iſt, zwei aus verſchiedenen Thälern kommende Gletſcher ſich mit einander vereinigen, da entſteht aus den beiden ſich verbindenden Seitenmoränen eine Mittelmoräne (c), welche nicht die beiden Gletſcher trennt, ſondern von ihnen gemeinſchaftlich getragen wird, und wenn mehre Gletſcher ſich vereinigen, ſo entſtehen natürlich unterhalb der Vereinigung auch mehre unter ſich parallele Mittelmoränen. Sowohl die Theile der Seiten- als die der Mittelmoränen gelangen aber durch die ſtete Fortbewegung der ſie tragenden Eismaſſe nach und nach an das untere Gletſcherende, wo ſie beim Aufthauen des Eiſes herabſtürzen und die Endmo-



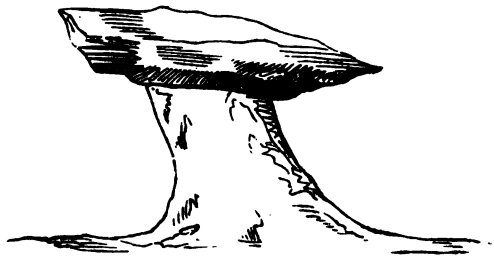
räne (d) bilden, die, wenn das Ende lange auf derſelben Stelle ſtationär bleibt, zuweilen mehr als 100 Fuß Höhe erreicht.

Die Gletſcherphänomene ſind neuerlich durch den unermüdlichen Forſcher Agaſſiz[11]) an dem ſchönen Unteraargletſcher im Berner Oberland ganz beſonders genau beobachtet worden, weshalb es nicht unpaſſend ſein wird, dieſen als Beiſpiel zu benutzen, um daran die intereſſante Natur und Thätigkeit der Gletſcher überhaupt weiter zu erläutern.

Der Unteraargletſcher iſt einer der größten in der Schweiz, er wird an Ausdehnung nur vom Aletſchgletſcher übertroffen, ſeine Länge beträgt ziemlich zwei deutſche Meilen, ſeine Breite 1/4 bis 3/8 Meilen, ſeine Dicke am unteren Ende über 100, und in der Mitte ſeiner Längenausdehnung über 800 Fuß. Wir haben im nördlichen Deutſchland wenig Gebirgsthäler, welche tief und weit genug wären, eine ſo mächtige Eismaſſe aufzunehmen. Im Erzgebirge, im Harz und im Thüringer Wald iſt kein einziges tief und weit genug dazu. Beim ſogenannten Abſchwung vereinigen ſich der Finſteraar- und der lange Aargletſcher zu einem Ganzen, und von hier aus erſtreckt ſich eine mächtige Mittelmoräne über den ganzen vereinigten Gletſcher hin, die ſich aber gegen das untere Ende zu immer mehr ausbreitet. Außerdem verbinden ſich noch viele kleinere Gletſcher mit der Hauptmaſſe, die in den Seitenſchluchten oft mit 20 bis 40° Neigung herabhängen, und die zu unbedeutend ſind, um geſonderte Mittelmoränen hervorzubringen; ſie gleichen kleinen Bächen, die unmittelbar in einen mächtigen Strom einmünden.

Die Neigung des Hauptgletſchers iſt verſchieden, zum Theil ſehr gering. Sein unteres Ende liegt etwa 6000 Fuß, ſeine oberen 2 Meilen davon entfernten Anfänge etwa 8000 Fuß über dem Meere. Wo er nicht von Spalten zu ſehr zerriſſen iſt, kann man überall bequem auf ihm hingehen; die Spalten ſind am häufigſten da, wo er durch irgend einen Felsvorſprung in ſeiner regelmäßigen Bewegung etwas aufgehalten wird. Sie laſſen in ein herrliches Dunkelblau hinabblicken und erſetzen in dieſer Beziehung einigermaßen jene wunderbaren Eisgrotten oder Gletſcherthore, die ſich bei einigen anderen, in größere Tiefen hinabreichenden Gletſchern vorfinden, und aus denen dann gewöhnlich ein ſehr trüber Bach oder Fluß hervorquillt.

Die Fortbewegung der einzelnen Theile des Unteraargletſchers betrug in den letzten Jahren nach ſehr ſorgfältigen Meſſungen da, wo ſie am größten iſt, d. h. ungefähr in der Mitte ſeiner Länge, jährlich 250 Fuß, eine halbe Meile weiter abwärts nur 160 Fuß, und am unteren Ende wahrſcheinlich noch weniger, wird übrigens hier durch das jährliche Abſchmelzen ziemlich genau ausgeglichen, ſo daß das Ende ſeine Stellung nur wenig verändert. Das Abſchmelzen erfolgt bei dieſem wie bei allen Gletſchern im Sommer nicht nur am unteren Ende, ſondern faſt an der ganzen Oberfläche; dies lehren namentlich die Gletſchertiſche und die mit Schutt bedeckten und dadurch gegen die Sonnenſtrahlen geſchützten Eiskegel. Beide gehören zu den beſonders intereſſanten Erſcheinungen der Gletſcher. Wenn irgendwo ein kleines Steinchen, ein Sandkörnchen oder eine ſehr dünne Sandſchicht auf der Gletſcheroberfläche liegt, ſo werden dieſe als dunkle Körper von den auffallenden Sonnenſtrahlen ſtärker erwärmt, als das Eis, ſie ſchmelzen deshalb in daſſelbe ein und bilden kleinere oder größere Löcher oder Vertiefungen in deſſen Oberfläche, auf deren Boden ſie liegen bleiben. Wenn aber ein Stein oder eine Schuttmaſſe zu groß, zu dick iſt, um in der kurzen Zeit, in welcher Sonnenſtrahlen auffallen, durch und durch erwärmt zu werden, ſo ſchützen dieſe im Gegentheil das darunter befindliche Eis vor dem Aufthauen. Da aber daneben das Eis täglich aufthaut, verdunſtet oder abſchmilzt, ſo bleibt unter dem großen Stein- oder Schutthaufen ein Eisſtiel oder Hügel ſtehen, und dieſer bildet ſich bei großen Steinplatten ſehr oft ſo aus wie es die nachſtehende Skizze zeigt.



Er wächſt ſo lange und wird zugleich ſo lange immer dünner, bis er den Stein nicht mehr tragen kann. Dann bricht er zu-

ſammen und der Stein ſtürzt herab, und zwar ſtets nach der Südſeite, weil auf dieſer durch die ſchräg auffallenden Sonnenſtrahlen das Eis am meiſten abgeſchmolzen iſt. Der Stein giebt, herabgeſtürzt, aufs Neue Veranlaſſung zu einem Gletſchertiſch und wandert auf dieſe Weiſe beſtändig etwas nach Süden.

Das ſtete Abſchmelzen der Gletſcheroberflächen hat auch zu der Fabel Veranlaſſung gegeben, das Gletſchereis ſtoße durch einen unerklärlichen Proceß jeden zufällig hineingekommenen fremdartigen Körper, z. B. in Spalten gefallene Steine, gewaltſam aus. Dieſes ſcheinbare Ausſtoßen beruht lediglich darauf, daß alle eingefrorenen Körper durch das Abſchmelzen der Oberfläche endlich an dieſe gelangen und auf ihr liegen bleiben, während das ſie einhüllende Eis verdunſtet oder als Waſſer abläuft. Durch dieſes Abſchmelzen müßte eigentlich die Gletſchermaſſe überall immer dünner werden, was doch im Ganzen nicht der Fall iſt. Da nun, ehe der Gletſcher ſelbſt angegriffen werden kann, ſtets erſt der Winterſchnee weggeſchmolzen ſein muß, ſo kann auch dieſer den Verluſt nicht erſetzen. Es muß das ungefähre Gleichbleiben und geringe Auf- und Abſchwanken der örtlichen Dicke der Gletſcher vielmehr durch das ſtete Vorrücken und gleichzeitige Dünnerwerden oberer dickerer Gletſchertheile erklärt werden. Zugleich ſpricht die ſchnellere Bewegung der oberen Theile im Vergleich gegen die unteren für die Möglichkeit eines Zuſammenſchiebens der Maſſe, was freilich mit dem übrigens ſo ſtarren Zuſtande einigermaßen in Widerſpruch zu ſtehen ſcheint.

In der Eismaſſe des Gletſchers erkennt man eine Art von Schichtung, welche offenbar von den periodiſchen Schneefällen und den dazwiſchen zuweilen auf das Firngebiet aufgewehten Staubtheilen herrührt. Dieſe Schichtung des Firns bleibt in dem daraus entſtandenen, zu Eis verwandelten Gletſcher noch ſichtbar, iſt aber hier durch die etwas ungleiche Bewegung der einzelnen Theile (am Rande langſamer als in der Mitte) mannichfach gebogen und außerdem von ſogenannten blauen Bändern, wahren Eisgängen, durchſetzt, welche durch Ausfüllung von Spalten mit Waſſereis entſtanden ſind. Das Gletſchereis, aus dem körnigen Firnſchnee hervorgegangen, unterſcheidet ſich nämlich ſehr weſentlich von dem gewöhnlichen,

aus Waſſer entſtandenen dadurch, daß es von Anfang an aus lauter einzelnen Körnern beſteht, die durch an ſich unſichtbare, oft mit Waſſer gefüllte, feine ſogenannte Haarſpalten von einander getrennt ſind, ähnlich wie das gewöhnliche Eis nach langem Liegen an der Luft ſich körnig oder ſtänglich abſondert. Die Temperatur im Innern des Gletſchers bleibt ſtets dem Nullpunkt ſehr nahe und ſcheint ſelbſt im Winter nicht unter — 0,5 herabzuſinken.

Die faſt ſtete Vorwärtsbewegung aller Gletſchertheile iſt, wie erwähnt, vollſtändig erwieſen, aber über die Theorie dieſer Fortbewegung iſt man noch nicht im Reinen. Seit Sauſſure glaubte man bis vor einigen Jahren allgemein, dieſe Vorwärtsbewegung erfolge lediglich durch die Schwere der Gletſcher ſelbſt und des auf ſie drückenden Firnſchnees, indem ihre Bodenfläche im Sommer bis zu gewiſſem Grade aufthaue und ſchlüpfrig werde. Als aber Venetz und nach ihm v. Charpentier[12]) und Agaſſiz die erratiſchen Blöcke auf dem Juragebirge, welche offenbar aus den Hochalpen herſtammen, durch ehemalige Ausdehnung der Gletſcher bis dahin erklärten, da erſchien ihnen jene einfache Erklärungsweiſe der Gletſcherbewegung nicht mehr zureichend, weil allerdings der Neigungswinkel von den höchſten Alpenſpitzen bis zu den erratiſchen Blöcken auf dem Juragebirge ſo gering iſt, daß ſie nicht annehmen zu können glaubten, die bloße Schwere habe jene Eismaſſen auf dieſem nur nicht ganz 2 Grad geneigten Boden hinabgleiten laſſen. Hr. v. Charpentier und nach ihm Agaſſiz nahmen deshalb an und glaubten aus gewiſſen Beobachtungen erweiſen zu können, daß die Bewegung der Gletſcher vorzugsweiſe durch das allnächtliche Gefrieren des im Sommer am Tage von der aufthauenden Oberfläche des Gletſchers in die feinen Haarſpalten zwiſchen den einzelnen Eiskörnern eindringenden Waſſers bewirkt werde, indem dieſes Waſſer als Eis einen etwas größeren Raum einnehme, und ſo in jeder der unendlich vielen Haarſpalten zu Vergrößerung des ganzen Gletſchers beitrage.

Dieſer Hypotheſe wurden gleich anfangs, namentlich von Bronn, mancherlei gewichtige Einwendungen entgegen geſtellt;

dann wurde ſie von P. Merian in einer beſonderen Abhandlung widerlegt, und ihre wärmſten Vertheidiger Agaſſiz und Deſor haben ſie jetzt ſelbſt, wenigſtens in ihrer urſprünglichen Geſtalt, aufgegeben, da ſie ſich davon überzeugten, daß das Waſſer in den Haarſpalten des Eiſes des Nachts im Sommer, wo doch die Bewegung des Gletſchers am ſtärkſten iſt, nicht friert, und alſo auch keine Ausdehnung deſſelben bewirken kann.

Agaſſiz pflichtet in ſeinem neuen Werke über die Gletſcher[11]) den Anſichten von Forbes, die ich Ihnen nachher kurz entwickeln werde, in der Hauptſache bei, und fügt eine große Menge wichtiger Beobachtungen hinzu. Jedenfalls haben die Beobachtungen und Darſtellungen von v. Charpentier und Agaſſiz den Gletſcherphänomenen die Aufmerkſamkeit der Geologen in hohem Grade zugewendet; man hat wohl eingeſehen, daß der Erklärung durch bloßes Gleiten viele Schwierigkeiten im Wege ſtehen, und von mehreren Seiten her iſt man bemüht geweſen, das Räthſel der Fortbewegung zu löſen.

Die Erklärungen, welche Hugi und Dr. Petzoldt zu geben verſuchten, glaube ich nur als gänzlich unhaltbar bezeichnen zu müſſen, da es hier nicht der Ort ſein kann, phantaſtiſche Hypotheſen zu widerlegen, wenn ſie auch für einige Zeit eine gewiſſe Epoche gemacht haben, und namentlich in populäre Zeitſchriften übergegangen ſind. Ich will Ihnen nur verſichern, daß kein Naturforſcher ſie noch der Beachtung werth hält.

Forbes[13]), der berühmte ſchottiſche Phyſiker, welcher mehre Jahre auf das Studium der Gletſcher verwendete, glaubt gefunden zu haben, daß die Gletſcher ſich nach denſelben Geſetzen wie Flüſſigkeiten bewegen, daß ſie alſo gewiſſermaßen in den Thälern hinabfließen, natürlich nicht wie Waſſer, ſondern wie eine in ihren Theilen nur ſehr wenig oder vielmehr ſchwierig verſchiebbare Maſſe. Es könnte dieſer Zuſtand an die erkaltenden Lavaſtröme erinnern, die ſich auch nur ſehr langſam fortbewegen. Forbes ſucht die Flüſſigkeit (Verſchiebbarkeit der Theile) noch beſonders dadurch zu beweiſen, daß die Gletſcher in ihren einzelnen Theilen ſich ungleich ſchnell bewegen, und

daß ſie ganz die Form der Thäler annehmen, und z. B. wenn ſie eben erſt eine enge Stelle paſſirt haben, ſogleich wieder eine Weitung des Thales ausfüllen, was ganz ſtarre Körper nicht thun würden. Auch ſollen nach Forbes die ſogenannten Eislöcher wie die localen Wirbel der Flüſſe meiſt ziemlich an derſelben Stelle bleiben, während doch die ſie bildenden Eistheile ſich fortbewegen, wie das Waſſer der Flüſſe. Zu bedenken iſt dagegen jedenfalls, daß alle Geſtaltveränderungen der Gletſcher ſtets mit ſcharfen Zerſpaltungen verbunden ſind, daß die Schnelligkeit ihrer Bewegung keineswegs immer im Verhältniß mit der Neigung des Bodens wächſt, ſelbſt an ſehr tief herabhängenden Gletſcherenden nicht, und daß überhaupt an kryſtalliniſchen Körpern, wie Eis, ein halbflüſſiger Zuſtand nicht bekannt iſt. Es könnte deshalb wohl höchſtens von einer Verſchiebbarkeit der Theile durch mechaniſche Zerſtückelung und Durchdringung von Waſſer die Rede ſein, die wir im Kleinen beim Eis der Conditoren kennen. Eine ſolche findet allerdings in gewiſſem Grade ſicher ſtatt und kann auch nicht ohne Einfluß auf die Fortbewegung ſein.

Hopkins[6]), ein Engländer, hat ganz neuerlich einige Verſuche mit Eismaſſen angeſtellt, die der Sauſſure'ſchen Theorie des Gleitens der Gletſcher ſehr günſtig ausfielen, aber noch weiterer Ausführung bedürfen, um auf die Gletſcher im Großen angewendet werden zu können. Er fand nämlich, daß ſtark beſchwerte Eismaſſen auf einer nur roh behauenen Sandſteinplatte noch bei der geringen Neigung von 3° abwärts gleiten, ſo lange ſie nicht feſt frieren, und daß dieſes Gleiten ſelbſt bis zu 15° Neigung der Steinplatte ein nicht gleichmäßig beſchleunigtes iſt, wozu es allerdings auf einer polirten oder noch ſtärker geneigten Platte wird.

Zum Abſchluß der Gletſcherfrage fehlt jedenfalls noch viel; ſo viel iſt jedoch gewiß, daß die Phänomene rein phyſikaliſcher und in keiner Beziehung organiſcher Natur ſind, wie einer der Gletſcherforſcher neuerlich anzudeuten verſuchte.

Wir wollen nun noch einen Blick auf die Merkmale ehemaliger größerer Ausdehnung der Gletſcher werfen. Ich wähle auch hier wieder als Beiſpiel für die Nachweiſung der einzelnen Umſtände vorzugsweiſe das Aarthal, bemerke aber zugleich,

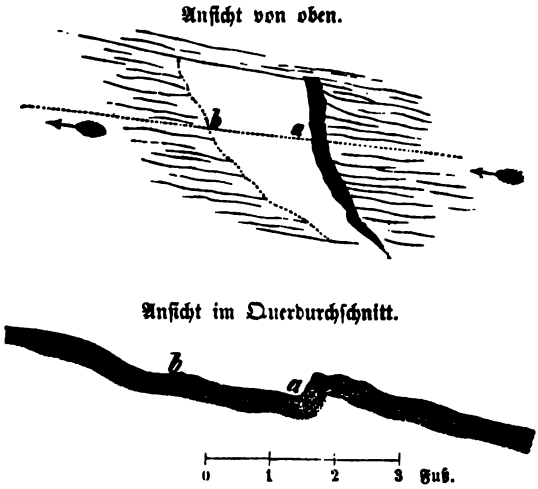
daß ſich dieſelben Erſcheinungen in allen größeren Schweizerthälern wiederholen.

Wenn man die Felswände betrachtet, von denen das Grimſelhoſpiz rings umgeben iſt, ſo erkennt man bald, daß ſie bis zu einer gewiſſen Höhe hinauf, bis etwa 1500 Fuß über den Thalboden, völlig abgerundete Formen zeigen, dann aber in ſcharfe und eckige Spitzen auslaufen. Das iſt ein ſehr auffallendes und ſelbſt auf allen guten Zeichnungen erkennbares Verhalten. Auf dieſelbe Weiſe geſtaltet zeigen ſich aber dieſe Thalgehänge von den Schnee- und Eisregionen bis in das blühende Thal von Meyringen hinab, nur mit dem Unterſchiede, daß die Grenzlinie der gerundeten und zackigen Formen allmälig in ein etwas tieferes Niveau hinabſinkt, während ſie ſich jedoch über den noch ſteiler fallenden Thalboden immer mehr erhebt. Unterhalb Guttanen, 5 Stunden unter der Grimſel, liegt dieſe Grenze etwa 3000 Fuß über dem Thalboden. Gegen oben, beim Aargletſcher ſelbſt, verſchwindet ſie bei etwa 9000 Fuß Meereshöhe unter dem Firnſchnee.

Außer dieſer auffallenden Abrundung zeigen ſich an denſelben Felswänden noch einige andere merkwürdige Erſcheinungen. Die gerundeten Oberflächen ſind oft völlig abgeſchliffen und manchmal ſpiegelblank polirt, ſo z. B. ganz vorzüglich ſchön an der ſogenannten hellen Platte, und über die Schleifung oder Politur hinweg ſind ſie wieder nach einer der Thalneigung entſprechenden Richtung geſtreift, gerieſt, von feinen Ritzen durchzogen, die offenbar von gewaltſam darauf hin bewegten Steinen oder Sandkörnern herrühren.

Das Alles ſind Erſcheinungen, die entſchieden auf die frühere Anweſenheit eines Gletſchers hindeuten. Indem dieſer ſich im Thale hinab bewegte, rundete er, durch den eingefrorenen Sand und Grus gewiſſermaßen zur Feile geworden und durch heftigen Druck aufgepreßt, die Felſen ab, ſchliff und polirte ſie ſogar, wo die Gelegenheit günſtig war, und die eingefrorenen Steinchen und Sandkörner bewirkten jene der nothwendigen Bewegungsrichtung des Gletſchers parallelen Furchen und Ritze. Wenn die geſchliffenen und polirten Felsoberflächen des Aarthales und namentlich an der hellen Platte von Verſchiebungen des Geſteins am Geſtein herrührten (wie deren anderwärts ſo

vielfach bekannt ſind), ſo würden ſie ſicher auch in das Innere der Felſen ſich fortſetzen; das thun ſie aber hier nie, ja ſie hören ſelbſt auf den ſchaligen Ablöſungsflächen ſchon hinter allen Vorſprüngen auf, die dazu geeignet waren, die Gletſcherwirkung zu verhindern, gerade ſo wie es der folgende Holzſchnitt



darſtellt, obwohl dieſer aus einer Abhandlung von Daubrée über die Eiswirkungen in der Gegend von Chriſtiania entlehnt iſt.

Die Pfeile deuten die Richtung der Eiswirkung und der parallelen Ritze an, der Vorſprung hat aber auf dem Raume a b die Eiswirkung verhindert, weshalb hier die Oberfläche weder geſchliffen noch parallel geritzt, ſondern rauh iſt.

Dieſe für die Gletſcherwirkung todten Winkel ſind an der hellen Platte, eben weil ſie nicht polirt ſind, mit einer üppigen Vegetation von Moos und Alpenroſen überzogen, die man erſt mühſam hinwegräumen muß, um zu erkennen, daß die Politur darunter nicht fortgeht.

Eben ſo deutlich als dieſe Abrundung, Schleifung, Politur und Zerkritzung der Felsgehänge ſprechen auch die vielen einzelnen, in den gefährlichſten Stellungen auf und an den gerundeten Felswänden umher liegenden Moränenblöcke, ſowie eine deutliche Endmoräne auf einem das Thal ſperrenden

Kalksteinhügel nahe oberhalb Meyringen für die frühere Anwesenheit der Gletscher. Diese Moräne besteht aus einer 60 bis 70 Fuß hohen Anhäufung von Granitblöcken, die offenbar aus dem oberen Theile des Aarthales herstammen und von keiner anderen Kraft als von der eines Gletschers auf diesem Hügel niedergelegt sein können.

Geht man nun noch weiter an der Aar hinab, so findet man zwar einzelner, aber doch an vielen Stellen noch deutliche Gletscherspuren. Das Thal erweitert sich und üppige Vegetation verdeckt Vieles. Einzelne Blöcke aus den Hochalpen finden sich aber überall zerstreut an den Gehängen umher, und diese Blöcke verbreiten sich sogar über das ganze fruchtbare Hügelland der niederen Schweiz zwischen den Alpen und der Jurakette. Dort aber, an dem den Alpen zugekehrten Abhange des Jura, wiederholen sich mit einigen Modificationen die Erscheinungen der Alpenthäler. Die Kalksteinfelsen sind, wo sie zu Tage treten, oder wo ihre natürliche Oberfläche frei gelegt wird, abgeschliffen und parallel geritzt. Die Ritze und Furchen laufen ziemlich horizontal am Abhange hin. Große alpinische Felsblöcke finden sich einzeln umher gestreut bis fast auf die höchsten Gipfel des Jura. Zwischen diesen Blöcken erblickt man häufig Ablagerungen von kleineren abgerundeten Geschieben, die aber ebenfalls sämmtlich aus alpinischen Gesteinen bestehen, und zum Theil sogar eben solche Furchen und Ritze auf ihrer übrigens glatt geschliffenen Oberfläche zeigen, wie sie durch die Bewegung der Gletscher an den Steinen, die unter ihnen liegen, noch jetzt hervorgebracht werden.

Diese Geschiebe sind in einer Weise abgelagert, die sich schwerlich durch Wasseranschwemmung erklären läßt; denn wie in den Moränen der Alpenthäler, so sind auch hier die einzelnen Steine weder nach ihrer Größe und Form, noch nach ihrer Schwere geordnet, sondern sie liegen unregelmäßig vertheilt in lockerem Grus und Schutt, der nicht eine Spur von Schichtung zeigt.

Alle diese Umstände zusammen genommen machen es dem unbefangenen Beobachter ganz unzweifelhaft, daß die Gletscher mit ihren Moränen, und zwar namentlich die des Rhone- und Aarthales, deren ehemalige Gebietsgrenzen sich durch die Arten

der Felsblöcke noch jetzt unterſcheiden laſſen, einſt von den Alpen bis zum Jura herüber gereicht haben, möge nun ihre Fortbewegung über die ſo wenig geneigte Bodenfläche geſchehen ſein, wie ſie wolle.

Aus dieſen Beobachtungen in der Schweiz hat man nun auch auf gewiſſe ähnliche Erſcheinungen in anderen Ländern geſchloſſen, an ſehr vielen Orten Spuren früherer Gletſcher zu finden geglaubt, und z. B. die Felſenſchliffe der ſkandinaviſchen und finnländiſchen Berge mit ihren parallelen Furchen und ihren Rieſentöpfen, die Schuttkämme (Aſar), die erratiſchen Blöcke in Norddeutſchland, Nordrußland und Oſtengland, ja ſelbſt die Hauptmaſſe der ſogenannten Diluvialgebilde Nordeuropa's als zuſammenhängende Wirkungen eines großen nordiſchen Gletſchers erklärt, worüber ich mich im fünfundzwanzigſten Briefe bereits ausgeſprochen habe. Hier ſei nur noch erwähnt, daß wahre Gletſcher ſich jetzt nicht in allen Gebirgen finden, welche über die Schneegrenze aufragen. Tief eingeſchnittene Thäler und Schluchten ſind ihrer Entſtehung beſonders günſtig, dennoch finden ſich die Gletſcher der Pyrenäen mehr an Abhängen als in den Thälern. In Norwegen reichen ſie natürlich tiefer hinab als in der Schweiz, auf Spitzbergen bis in das Meer und ebenſo in Patagonien ſogar bei 46° 40′ ſüdlicher Breite (alſo etwa der Breite von Genf entſprechend) [8]). Dieſer letztere Umſtand zeigt zugleich, daß wir nur anzunehmen brauchen, unſere nördliche Hemiſphäre habe in einer gewiſſen Periode die gegenwärtige niedere Temperatur der ſüdlichen gehabt, um dadurch die klimatiſchen Schwierigkeiten zu beſeitigen, welche ſich der Ausdehnung der Alpengletſcher bis zum Jura entgegenſtellen. Es bedarf dazu keiner ſogenannten Eisperiode.

Zweiunddreißigster Brief.

Die Atmosphäre.

„Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Klassen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen, und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, der Polarisation, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Elektricität entstehen.“ v. H.

Die atmosphärische Luft, in ruhigem Zustande so wenig in die Sinne fallend, daß wir alle Gefäße, welche nur mit ihr gefüllt sind, leer zu nennen pflegen, in ihrer Bewegung zuweilen so gewaltig und zerstörend, daß wir ursprünglich für Luftbewegungen bestimmte Ausdrücke: wie Sturm und stürmisch, bildlich für die heftigsten socialen und kriegerischen Bewegungen anzuwenden pflegen, besteht aus einem Gemenge von 20,8 Raumtheilen Sauerstoff und 79,2 Raumtheilen Stickstoff. Diesen sind gewöhnlich noch 0,03 bis 0,5 Raumtheile Wasserdampf, 0,02 bis 0,05 Kohlensäure, Spuren von Kohlenwasserstoffgas, Ammoniakdämpfen und Salzsäure, sowie geringe Mengen sogenannter Aetherstaub beigemengt.

Ich sagte absichtlich, die Luft besteht aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, da auch diese beiden wesentlichen Bestandtheile in ihr nicht chemisch verbunden sind, wie Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser, oder Sauerstoff und Kohlenstoff in der Kohlensäure, sondern höchst wahrscheinlich nur mechanisch. Das Verhältniß beider könnte demnach recht gut auch ein ganz anderes sein, und ist in früherer vormenschlicher Zeit sehr wahrscheinlich ein anderes gewesen. Schon einige Male habe ich Ihnen bemerkt, daß fast alle Geologen aus guten Gründen vermuthen, die Atmosphäre sei in früheren Perioden, z. B. während der Steinkohlenbildungszeit, nicht nur wärmer, dichter und feuchter, sondern auch kohlenstoffreicher, und überhaupt anders zusammengesetzt gewesen, als jetzt.

Bliebe die Luft lange Zeit hindurch einmal ganz unbewegt; so würden sich vielleicht Sauerstoff und Stickstoff einigermaßen

nach ihrem specifischen Gewichte absondern, der Sauerstoff, als schwerer, würde sich aus den oberen Regionen mehr nach der Tiefe herabsenken als der Stickstoff, und ganz am Boden würde sich die Kohlensäure anhäufen, wie diese letztere in der That da, wo sie aus dem Erdinnern hervorquillt, zuweilen längere Zeit als unterste Schicht in Vertiefungen stehen bleibt, so in der Hundsgrotte. Aber die vielfachen Bewegungen der Atmosphäre lassen eine solche Absonderung nicht zu, die noch nicht einmal in künstlich verschlossenen Räumen zu bewirken gelungen ist.

Obgleich man, wie gesagt, allgemein die Luft nur für ein Gemenge ihrer Bestandtheile hält, so ist es doch lange Zeit nicht einmal gelungen, irgend einen zeitlich oder räumlich constanten Unterschied in ihrer Zusammensetzung aufzufinden.

Schon De Marti (1790) fand überall ungefähr 21 Theile Sauerstoff; weder Winde, noch Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, noch Temperatur oder Gewicht derselben hatten auf dieses Resultat den geringsten Einfluß. In allen Jahreszeiten zeigte sich dasselbe Verhältniß, und wenn de Marti zuweilen kleine Unterschiede fand, so zeigte ein später angestellter Versuch, daß es nur ein Beobachtungsfehler war. H. Davy fand bei Bristol dieselbe Zusammensetzung, und zwar selbst in der Luft, welche er bei heftigem Westwind an der Mündung des Severn gesammelt hatte, die also weit über das atlantische Meer hergekommen war. Ebenso fanden v. Humboldt und Gay-Lussac in 19 Versuchen, welche sie bei sehr verschiedenen Winden und Temperaturzuständen in Paris anstellten, zwischen 20,9 und 21,2 Theilen Sauerstoff. Berthollet fand in Cairo wie in Paris 22 Sauerstoff. Biot auf Formentera und Ivica, Kupfer in Kasan 21 Sauerstoff. Ebenso wenig zeigte sich ein Unterschied in verschiedenen Höhen. Auf dem Antisana 16,600 Fuß hoch, fand v. Humboldt 21,8, und mit Gay-Lussac zusammen auf dem Mont-Cenis gerade so viel als in Paris. In der Nähe vieler Schweizergletscher, deren Luft für besonders rein gilt, fand Berger überall den normalen Gehalt, und ebenso Biot an den Seen von Neuenburg und Genf, zu Sallenche, Chamouny und an anderen Punkten der Schweiz. Auf der Spitze des Helvelyn in Cumberland fand Dalton

die Luft gerade so zusammengesetzt, als in Manchester, und 20,400 Fuß über Paris fand Gay-Lussac bei seiner Luftreise dieselbe Luft wie unten in der Stadt.

Dieselbe Gleichförmigkeit der Zusammensetzung hat sich in der Nähe von Sümpfen und an Orten, wo viele Menschen athmeten, gezeigt, so daß also die Ungesundheit solcher Luft nicht aus dem Mangel an Sauerstoffgas abgeleitet werden kann. Séguin fand die Luft eines lange mit Menschen angefüllten Theaters, E. Davy, die in den Sälen des Hospitals zu Cork ganz normal zusammengesetzt. Die genauesten Versuche hierüber stellten wieder v. Humboldt und Gay-Lussac an; sie fanden im Parterre des Théâtre français zu Paris 20,2 Sauerstoff, und auf der Galerie sogar 20,4. Sie sehen also, daß die Zusammensetzung der Atmosphäre in allen Regionen eine unerwartet gleichförmige ist. Nur erst durch die äußerst sorgfältigen Versuche von Lewy und Doyère ist es gelungen, constante kleine Unterschiede der Zusammensetzung nachzuweisen, namentlich fand Letzterer, je nach den herrschenden Windrichtungen, einen Unterschied von 7 bis 10 Tausendtheilen des Sauerstoffgehaltes.

Diese constante Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ist aber für alle organischen Wesen höchst wichtig, ja sie ist eine der ersten Lebensbedingungen für dieselben. Auch hier begegnen wir, wie überall in der Natur, einem System des Ineinandergreifens von Wirkung und Ursache, von Bildung und Umbildung, ohne welches die Schöpfung nicht einen Augenblick bestehen könnte, und welches, wenn wir es als etwas Erschaffenes betrachten, unserem Verstande die höchste Bewunderung abnöthigt. Der Lebensproceß der Thiere bewirkt durch das Athmen eine fortwährende Absorption von Sauerstoff, die Pflanzen dagegen machen Sauerstoff frei und fixiren dafür Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Sie sehen, die Einen bedingen die Anderen. Abgesehen von aller anderen Wechselseitigkeit würde schon der Athmungsproceß allein das Bestehen der Thiere ohne Pflanzen oder der Pflanzen ohne Thiere auf die Dauer unmöglich machen, weil das, was die einen ausathmen, den anderen zur Nahrung dient.

Die Wirkungen der Atmosphäre auf den Lebensproceß sind

ſo wichtig, daß ich mich nicht enthalten kann, Ihnen eine Stelle darüber aus Liebig's chemiſchen Briefen[20]) abzuſchreiben.

„Zu den erſten Bedingungen der Unterhaltung des thieriſchen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerſtoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen ſeines Lebens nimmt der Menſch durch die Organe der Reſpiration Sauerſtoff auf. Nie iſt, ſo lange das Thier lebt, ein Stillſtand bemerklich. Die Beobachtungen der Phyſiologen zeigen, daß der Körper eines erwachſenen Menſchen, nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung, an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat, dennoch iſt die Menge von Sauerſtoff, die in dieſer Zeit in ſeinen Organismus aufgenommen wurde, höchſt beträchtlich. Nach Lavoiſier's Verſuchen werden von einem erwachſenen Mann in einem Jahre 746 Pfund, nach Menzies 837 Pfund Sauerſtoffgas aus der Atmoſphäre in ſeinen Körper aufgenommen, und dennoch finden wir ſein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz unverändert, oder die Ab- und Zunahme bewegt ſich um wenige Pfunde. Wo iſt, kann man fragen, dieſes enorme Gewicht an Sauerſtoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in ſich aufnimmt? Dieſe Frage iſt mit befriedigender Sicherheit gelöſt: kein Theil des aufgenommenen Sauerſtoffes bleibt im Körper, ſondern er tritt in der Form einer Kohlenſtoff- oder einer Waſſerſtoffverbindung wieder aus. Der Kohlenſtoff und der Waſſerſtoff von gewiſſen Beſtandtheilen des Thierkörpers haben ſich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerſtoffe verbunden, ſie ſind als Kohlenſäure und Waſſerdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen ſich von dem Thierorganismus gewiſſe Mengen ſeiner Beſtandtheile, nachdem ſie mit dem Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft eine Verbindung in dem Körper ſelbſt eingegangen ſind. Wenn wir, um einen Anhaltspunkt zu einer Rechnung zu haben, mit Lavoiſier und Séguin annehmen, daß der erwachſene Menſch täglich 65 Loth Sauerſtoff (46037 Kubikzoll gleich 15661 Gran franz. Gewicht) in ſich aufnimmt, und wir ſeine Blutmaſſe zu 24 Pfund bei einem Waſſergehalt von 80 Procent annehmen, ſo ergiebt ſich aus der bekannten Zuſammenſetzung des Bluts,

daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blute in Kohlensäure und Wasser 66040 Gran Sauerstoff nöthig sind, die in vier Tagen und fünf Stunden in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen werden.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Bluts tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in vier Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 24 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, sowie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt oder, wenn man will, in einer anderen Form, als in der Form einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergiebt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27,8 Loth Kohlenstoff verzehrt. Diese 27,8 Loth Kohlenstoff entweichen aus der Haut und Lunge in der Form von kohlensaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlensaures Gas bedürfen diese 27,8 Loth Kohlenstoff 74 Loth Sauerstoff. Nach den analytischen Bestimmungen von Bouſſingault verzehrt ein Pferd in 24 Stunden 158¾ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh 141½ Loth Die hier angeführten Kohlenstoffmengen sind als Kohlensäure aus ihrem Körper getreten, das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure 13⁷/₂₂ Pfund und die Kuh 11²/₃ Pfund Sauerstoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer anderen Form als in der einer Kohlen- oder Wasserstoffverbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der ausgetretene Kohlen- und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht. Zwei Thiere, die in

gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise. In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Zahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt, je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge. Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen, als ein Erwachsener; es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung. Im Zustande der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger als im Zustande der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), sowie starke Bewegung (die zu einem größeren Maaß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander. Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Temperatur der eingeathmeten Luft. Die Brusthöhle eines Thiers hat eine unveränderliche Größe, mit jedem Athemzuge tritt eine gewisse Menge Luft ein, die in Beziehung auf ihr Volumen als gleichbleibend angesehen werden kann. Aber ihr Gewicht, und damit das Gewicht des darin enthaltenen Sauerstoffs, bleibt sich nicht gleich. In der Wärme dehnt sich die Luft aus, in der Kälte zieht sie sich zusammen. In einem gleichen Volum kalter und warmer Luft haben wir ein ungleiches Gewicht Sauerstoff.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken; der Raum, den der Wasserdampf in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff wie im Sommer.

Im Sommer und Winter, am Pole und Aequator athmen

wir ein gleiches Luftvolumen ein. Die kalte Luft erwärmt sich beim Einathmen in der Luftröhre und den Lungenzellen, und nimmt die Temperatur des Körpers an. Um ein gewisses Sauerstoffquantum der Lunge zuzuführen, ist im Winter ein geringerer Kraftaufwand nöthig als im Sommer; für denselben Kraftverbrauch athmet man im Winter mehr Sauerstoff ein.

Es ist einleuchtend, daß wir bei einer gleichen Anzahl von Athemzügen in der Höhe des Meeresspiegels eine größere Menge Sauerstoff verzehren, wie auf Bergen, daß die Menge der austretenden Kohlensäure, sowie das eingesaugte Sauerstoffgas mit dem Barometerstande sich ändert.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, auf ähnliche Weise verändert, wieder aus; wir athmen in niederer Temperatur und höherem Luftdrucke mehr Kohlenstoff aus, wie in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältnisse mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unsern Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr wie im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewichte nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf. Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die Quelle der thierischen Wärme."

Die Bewohner der Polarländer verbrauchen, wie Sie aus Obigem sehen, viel mehr Sauerstoff und viel mehr Kohlenstoff als die Bewohner der warmen Zonen, und dieser innere Verbrennungsproceß ersetzt ihnen einigermaßen die mangelnde Sonnenwärme. Aber wie, werden Sie fragen, steht das in Uebereinstimmung mit der Vertheilung des Thier- und Pflanzenlebens, und der überall gleichen Zusammensetzung der Atmosphäre?

In den kahlen Polarländern, wo fast alle Vegetation fehlt, die den durch das Thierleben mit Kohlenstoff verbundenen Sauerstoff wieder frei macht, wird dennoch von den Thieren mehr Sauerstoff und mehr Kohlenstoff verbraucht, als in den üppigsten Waldgegenden der Erde. Wie werden denn nun hier beide ersetzt? — Durch die Strömungen des Meeres und der Luft! — Das Meer führt in seinen kleinen und großen Bewohnern, zuweilen erst durch die dritte oder vierte Hand, den Polarländern Kohlenstoff und Stickstoff zu, die Luft den Sauerstoff, und es fragt sich, ob in letzterer Beziehung nicht der Diamagnetismus der Erde eine wichtige Rolle spielt. Die neuesten Versuche haben gezeigt, daß der Stickstoff stärker von den magnetischen Polen abgestoßen wird, als der Sauerstoff. Ist das auch im Großen für die magnetischen Erdpole richtig, so muß beständig die Tendenz zu einer Sauerstoffanhäufung an den magnetischen Erdpolen vorhanden sein, wenn sie auch vielleicht wegen der vielen ausgleichenden Wirkungen nie zur Realisirung kommen kann.

Es ist oft die Frage aufgeworfen worden, wie hoch, d. h. wie dick unsere Atmosphäre sei. Man hat diese Dimension auf verschiedene Weise zu bestimmen gesucht, aber zu einem sicheren Resultate ist man nicht gelangt. Ein Maximum der Lufthöhe ergiebt sich aus den Gesetzen der Schwere und Centrifugalkraft, weil über eine gewisse Grenze hinaus die erstere durch die letztere ganz aufgehoben, alle Lufttheilchen in den Weltraum hinausgeschleudert werden würden. Dieses Maximum beträgt ungefähr 5½ Erdhalbmesser. So hoch ist aber die Atmosphäre sicher nicht. Aus der Ausdehnung des Dämmerungsscheines, der durch die Strahlenbrechung der Atmosphäre bedingt wird, hat man ihre Höhe auf 5 bis 10 Meilen berechnet. Auch den Luftdruck hat man als Unterlage für solche Berechnungen angewendet, aber man kennt nicht das Abnahmegesetz desselben in den oberen Regionen. Die verschiedenen Angaben über die Höhe der Atmosphäre sind darum ziemlich abweichend von einander. Biot bestimmte sie auf 163000 Fuß, v. Zach auf 180000 Fuß, Schmidt auf 27 Meilen.

Abgesehen von den unsicheren Schlüssen auf die Gesammthöhe gewährt uns das Barometer jedenfalls sehr sichere Auskunft über den nach Zeit und Ort verschiedenen Druck, welchen

die Luft auf jedes Ding an der Erdoberfläche ausübt. Dieser Druck entspricht stets dem Drucke der Queckſilberſäule in der Barometerröhre, durch den er eben gemeſſen wird. Der mittlere Druck im Meeresniveau iſt 337 Pariſer Linien, was auf jeden preußiſchen Quadratzoll Oberfläche etwas über 15 Pfund beträgt. Aber dieſer Luftdruck nimmt ab mit der Höhe, und zwar in den uns zugänglichen Regionen ſo geſetzmäßig, daß man durch ſeine Beſtimmung die Meereshöhe eines Ortes ziemlich genau meſſen kann. Die Abnahme beträgt auf die erſten 70 Fuß Höhe etwa eine Linie der Queckſilberſäule, je höher aber, um ſo weniger beträgt ſie und iſt auch, jedoch je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitszuſtande der Luft, etwas verſchieden.

Dieſes Abnehmen des Luftdruckes mit der Höhe iſt, wie Sie wiſſen, die Urſache, warum man auf ſehr hohen Bergen nichts gar kochen kann. Das Waſſer kocht bei ſo geringem Luftdruck ſchon bei ſehr niedriger Temperatur, in 10000 Fuß Meereshöhe z. B., wo das Queckſilber im Barometer nur etwa 17 Zoll hoch ſteht, ſchon bei 86,5° Cent. (gleich 69,2° R.). Umgekehrt bewirkt ein höherer Atmoſphärendruck auch einen höheren Siedepunkt des Waſſers, und wenn wir etwa annehmen dürften, daß während der Steinkohlenbildungsperiode die Atmoſphäre doppelt ſo ſchwer geweſen ſei als jetzt, ſo müßte der Siedepunkt damals gleich 121,5° unſerer jetzigen hunderttheiligen Thermometerſcala geweſen ſein.

Der geringere Luftdruck in hohen Gebirgen bringt ferner jene eigenthümliche Mattigkeit hervor, von der alle Beſteiger hoher Berge befallen werden, und zwar, wie Weber gezeigt hat, aus dem Grunde, weil alle Gelenke des Körpers durch den geringeren Luftdruck nicht mehr ſo feſt zuſammengepreßt und deshalb die Muskeln mehr in Anſpruch genommen werden als gewöhnlich.

Der Luftdruck iſt aber, wie ich Ihnen ſchon ſagte, ſowohl regelmäßig periodiſch, als unregelmäßig ſchwankend. Die periodiſchen Schwankungen zeigen ſich am beſtimmteſten unter den Tropen. Täglich zweimal (früh 9 und Abends 10½ Uhr) erreicht er ſein Maximum, und eben ſo oft (früh 4 und Nachm. 4½ Uhr) ſein Minimum. Dieſe regelmäßige Schwankung nimmt von den Wendekreiſen gegen die Pole hin immer mehr ab und

iſt ſchon bei uns lange nicht mehr ſo erkennbar. Dagegen werden in dieſen Regionen die unregelmäßigen Veränderungen des Luftdruckes gerade ſo wie das veränderliche Wetter um ſo herrſchender. Es laſſen ſich die erſteren, wie Sie wiſſen, einigermaßen benutzen, um Wetterveränderungen kurze Zeit voraus zu beſtimmen, und das iſt der Grund, warum die den Luftdruck meſſenden Barometer Wettergläſer genannt werden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß Mond und Sonne in ähnlicher Weiſe auf das Luftmeer wirken, wie auf das Waſſermeer, d. h. daß ſie Fluth und Ebbe in demſelben hervorrufen. Aber man hat bis jetzt nur Spuren davon aufgefunden. Der Fluthhügel der Atmoſphäre ſcheint wegen ihrer geringen Dichte ſehr klein zu ſein.

Es bliebe mir auch noch übrig, Ihnen Einiges über die conſtanten und unregelmäßigen Strömungen der Luft, über die Winde zu ſagen, aber ich verſpare das für einen Brief über das Wetter.

Dreiunddreißigſter Brief.

K l i m a.

„Der Ausdruck Klima bezeichnet in ſeinem allgemeinſten Sinne alle Veränderungen in der Atmoſphäre, die unſere Organe merklich affiziren: die Temperatur, die Feuchtigkeit, die Veränderungen des barometriſchen Druckes, den ruhigen Luftzuſtand oder die Wirkungen ungleichnamiger Winde, die Größe der elektriſchen Spannung, die Reinheit der Atmoſphäre oder ihre Vermengung mit mehr oder minder ſchädlichen gasförmigen Exhalationen, endlich den Grad habitueller Durchſichtigkeit und Heiterkeit des Himmels; welcher nicht blos wichtig iſt für die vermehrte Wärmeſtrahlung des Bodens, die organiſche Entwickelung der Gewächſe und die Reifung der Früchte, ſondern auch für die Gefühle und die ganze Seelenſtimmung des Menſchen.“ v. H.

Den weſentlichſten Einfluß auf das Klima einer Gegend üben ſtets ihre Temperaturverhältniſſe, ja man pflegt ſehr oft unter Klima vorzugsweiſe nur die Temperaturverhältniſſe zu

verstehen. Lassen Sie uns deshalb die Ursachen derselben etwas näher untersuchen.

In dem funfzehnten Briefe habe ich die inneren Wärmeverhältnisse des Erdkörpers besprochen, diese sind es aber nicht, welche einen bemerkbaren Einfluß auf die Temperatur der Oberfläche ganzer Gegenden ausüben, sie bringen höchstens ganz locale Steigerungen der Oberflächentemperatur durch vulkanische Thätigkeit hervor. Die Temperatur der festen Erdoberfläche, bis zu einer Tiefe von 4 bis 60 Fuß, sowie ihrer Wasser- und Lufthülle ist vielmehr bedingt durch die strahlende Wärme der Sonne. Wäre daher, wie v. Humboldt andeutet, die Erde eine an ihrer Oberfläche überall ebene und gleichartige Kugel, so würden ihre äußeren Wärmeverhältnisse höchst einfach und regelmäßig sein. Die mittlere Temperatur würde überall vom Aequator gegen die Pole hin gleichmäßig abnehmen. Und noch einfacher würde sich dieses Verhältniß gestalten, wenn die Erdaxe rechtwinklig gegen die Bahnebene stände, denn dann würden auch alle Unterschiede der Jahreszeiten verschwinden, am Aequator würde unter den stets senkrechten Sonnenstrahlen alles Organische versengen, und gegen beide Pole hin würde sehr früh, wohl schon in der Breite Skandinaviens, die unbewohnbare Region des ewigen Eises beginnen. So blieben nur zwei verhältnißmäßig schmale Streifen — die gemäßigten Zonen — als Wohnplatz für organische Wesen übrig, wenn diese überhaupt bei so einfacher Bodengestaltung denkbar wären.

Sie sehen, die schräge Stellung der Erdaxe gegen ihre Bahn ist in jeder Beziehung die glückliche Ursache, oder die Grundbedingung alles organischen Lebens auf dem Erdkörper. Wenigstens ein ähnliches, wie wir es kennen, wäre ohne sie nicht denkbar. Sie hat, wie wir sahen, alle Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung ursprünglich veranlaßt, und sie ist überdies die Ursache des Wechsels der Jahreszeiten, während jene Mannichfaltigkeit der Oberflächengestaltung eine den Organismen äußerst günstige Variation in die örtlichen Temperaturverhältnisse bringt, die ohne sie immer noch sehr einfach sein würden. Es ist das wieder eine von den wichtigen organischen Verkettungen von Ursache und Wirkung, die, wenn wir es menschlich auffassen wollen, einen tiefen Plan in der Schöpfung

ahnen laſſen, im Grunde aber mehr nothwendig als planmäßig genannt werden müſſen.

Laſſen Sie uns nun die Gründe etwas näher ins Auge faſſen, warum die Mannichfaltigkeit der Erdoberfläche einen ſo großen Einfluß auf die locale Temperatur, auf das locale Klima hat, als es der Fall iſt.

Die auf die Erdoberfläche fallende Sonnenwärme wird einestheils verwendet zur Temperaturerhöhung der Subſtanzen, welche ihren Aggregatzuſtand nicht verändern, anderentheils aber wird ſie im Schmelzungsproceß des Eiſes und im Verdunſtungsproceß des Waſſers gebunden. Es wirken deshalb Waſſer- und Landoberflächen ſehr ungleich auf die Temperaturverhältniſſe ein. Obwohl daher das Waſſer bis zu viel größerer Tiefe von den Sonnenſtrahlen durchdrungen und erwärmt wird, als das Land, ſo wird es doch von derſelben Menge auffſtrahlender Wärme nie ſo ſtark erwärmt als das Land, da eben durch Verdunſtung deſſelben oder durch Schmelzung von Eis ſtets eine große Menge Wärme gebunden (latent), und folglich unwahrnehmbar wird.

Wäre das Verhältniß des Feſten zum Flüſſigen auf beiden Erdhälften daſſelbe, ſo würde, während wir in der nördlichen Hemiſphäre Sommer haben, ein eben ſo großer Antheil der auffallenden Wärmemenge latent werden als während unſeres Winters. Nun iſt aber jenes Verhältniß ſo verſchieden, daß, wie wir geſehen haben, England in die Mitte der Erdanſicht fällt, bei welcher man das meiſte Land überſieht, die Shettlandsinſeln in die der größten Waſſeranſicht. Nähert ſich daher die Sonne vom ſüdlichen Wendekreis dem nördlichen, ſo vermindert ſich fortwährend die flüſſige Grundfläche, welche von ihr beſchienen wird, während die feſte zunimmt. Es ſteigt darum fortwährend die freie Wärme, weil ein immer geringerer Theil der auffallenden Sonnenwärme im Schmelzungs- und Verdunſtungsproceß gebunden wird. Dove[17]) hat dieſe Thatſache zuerſt theoretiſch begründet und in den Worten ausgeſprochen: die Geſammttemperatur der Erde erleidet eine periodiſche Aenderung, die ihr Maximum zur Zeit der nördlichen Abweichung der Sonne, ihr Minimum bei ſüdlicher Abweichung derſelben erreicht.

Auf dem Feſtlande wird alſo mehr Wärme frei, als auf

der Meeresoberfläche, aber dennoch erwärmt sich das Wasser tiefer als das Land, es wirkt auf diese Weise wärmesammelnd. Die während der Sonnenbestrahlung aufgenommene Wärme wird zu anderen Zeiten zum Theil wieder frei, theilt sich dem benachbarten Lande mit und wirkt auf diese Weise mäßigend, regulirend. Da es überdies, wie wir gesehen haben, durch vielfache Strömungen bewegt wird, so trägt es die in den Tropen aufgenommene Wärme vielfach gegen die Pole hin, und bringt in Gegenden hoher Breite oft sehr merkliche Temperaturerhöhungen hervor. So in gewissem Grade der Golfstrom, dessen Einflusse auf das Klima Englands und Skandinaviens indessen noch eine Anzahl anderer Umstände zu Hülfe kommen, die Sie im Kosmos hervorgehoben finden, und unter denen die südlich in der heißen Zone vorliegende große Landmasse Afrika's einer der wichtigsten ist. Andere Strömungen gehen von den Polen gegen den Aequator, sie führen Eis und Kälte mit sich. Meistentheils bewegen sie sich in der Tiefe, nahe dem Boden des Meeres, und dadurch erklärt es sich, daß zwischen den Wendekreisen das Meer in der Tiefe meist eine viel niedrigere mittlere Temperatur zeigt, als an der Oberfläche. Die Eisberge des Nordens werden durch diese tiefgehenden Polarströme, zuweilen sogar durch entgegengesetzte Strömungen der Oberfläche, hindurch fortbewegt.

Das Salzwasser des Meeres verhält sich zur Wärme nicht ganz gleich mit dem Süßwasser. Letzteres erreicht bei 3° Wärme das Maximum seiner Dichtigkeit, während das Meereswasser seine größte Dichtigkeit erst bei 0° erreicht. Durch diesen Umstand geschieht es, daß das Süßwasser unter gleichen äußeren Umständen weit schneller sich mit Eis bedeckt als das Meer. Ehe nämlich das Wasser die Temperatur seiner größten Dichtigkeit erreicht hat, sinken stets die an der Oberfläche erkalteten Theile als schwerer in die Tiefe, und wärmere aus der Tiefe treten an ihre Stelle, das hält den Erstarrungsproceß der Oberfläche sehr auf. Sobald aber alles Wasser in dem Becken gleiche Dichtigkeit erreicht hat, und dieser Zeitpunkt tritt, wie gesagt, bei Süßwasser schon mit 3° über dem Gefrierpunkte ein, so findet kein Ab- und Aufströmen mehr statt, sondern die Oberfläche erkaltet, ruhig bis sie erstarrt. Die Eisoberfläche

wirkt dann aber nicht mehr mäßigend, ſondern nur abkühlend auf die Umgegend. Faſt alle auffallenden Wärmeſtrahlen abſorbirt ſie zu theilweiſer Schmelzung und Verdunſtung. Darum iſt das Winterklima in der Nähe der großen nordamerikaniſchen Seen ein beſonders niederes.

Eine zweite wichtige Urſache der localen Temperaturverſchiedenheit iſt die Erhebung des Bodens über die Meeresoberfläche. In der Nähe der letzteren iſt unter übrigens gleichen Umſtänden die Temperatur ſtets am höchſten, von ihr aufſteigend nimmt ſie überall ab. Darum iſt es in den Gebirgsgegenden bei übrigens gleicher Lage ſtets kälter als in Ebenen, und daher kommt es, daß bei einer gewiſſen, örtlich ſehr verſchiedenen Höhe, Schnee und Eis in den Gebirgen das ganze Jahr hindurch bleiben. Die Höhe dieſer ſogenannten Schneelinie, der unteren Grenze des ewigen Schnees, iſt der mittleren Temperatur derſelben Gegenden im Meeresniveau im Allgemeinen entſprechend. Wäre die Wärmevertheilung auf dem Erdkörper eine ganz regelmäßig vom Aequator gegen die Pole gleichmäßig abnehmende, ſo würde die Schneelinie unter dem Aequator überall ungefähr 15,000 Fuß über dem Meere liegen und ſich von da in regelmäßiger Curve gegen die Pole hinabſenken, etwa bei dem 65ten Grad nördlicher und ſüdlicher Breite den Meeresſpiegel erreichend. So regelmäßig ſind aber eben die Wärmeverhältniſſe nicht, vor allen Dingen iſt die nördliche Hemiſphäre im Allgemeinen wärmer als die ſüdliche, die Schneelinie ſenkt ſich darum in ihr erſt bei 70—75° der Breite in das Meer, während ſie in der ſüdlichen deſſen Oberfläche ſchon unter dem 60ten Breitengrade erreicht.

Aber noch außer dieſem allgemeinen Verhalten beider Hemiſphären iſt die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche eine ſehr ungleiche, und das drückt ſich z. B. ſehr ſchlagend dadurch aus, daß die Schneegrenze in den Anden unter dem Aequator nur 15,800 Fuß hoch liegt, während ſie im Himalaja unter dem 30. Grad nördlicher Breite ſich zu 16,500 Fuß erhebt, und in dieſem Gebirge ſonderbarer Weiſe auf der dem Aequator näher liegenden Südſeite um 1000 Fuß tiefer herabſinkt, als auf der Nordſeite.

Die Höhe der Schneegrenze in den Gebirgen iſt aber nicht

blos eine Folge der Temperaturvertheilung, ſondern die Gebirgserhebungen, und beſonders wenn ſie die Schneegrenze überſteigen, werden zu einer wichtigen Urſache localer Temperaturverſchiedenheit. Es wirken nicht nur dieſe kalten Gebirgskörper abkühlend (wärmeabſorbirend) auf ihre Umgegend, ſondern ſie treten überdies auch noch kalten oder warmen Luftſtrömungen, welche ihrerſeits ſehr wichtige Urſachen ungleicher Wärmevertheilung ſind, als Hinderniß entgegen, und üben dadurch einen entſchiedenen Einfluß auf die klimatiſchen Verhältniſſe ganzer Länder.

Der Feuchtigkeitszuſtand, die Wolkenbildung, die Ruhe oder Bewegung der Luft an ſich, ſind ebenfalls Umſtände, welche auf die Vertheilung der Wärme weſentlich influiren, ja wir müſſen dahin auch noch die Form und Bedeckung der feſten Oberfläche rechnen, da es nicht gleich iſt, ob die Sonnenſtrahlen auf dichte Waldflächen oder auf dürre Sandwüſten auffallen. Aber die meiſten dieſer Urſachen ſind zugleich auch Folgen der Wärmevertheilung, und ſo ſehen wir überall das innigſte Ineinandergreifen von Urſache und Wirkung.

Man hat nun die Temperaturverhältniſſe vieler Gegenden durch Temperaturbeobachtungen zu erforſchen geſucht und pflegt dieſelben durch mittlere Reſultate dieſer Beobachtungen auszudrücken. Und zwar durch mittlere Werthe, reducirt auf das Niveau des Meeres, indem man die geſetzmäßige Wärmeabnahme durch Erhöhung über daſſelbe in Rechnung bringt. So hat z. B. Reich die mittlere Temperatur der Stadt Freiberg in Sachſen durch Beobachtung gleich + 7,22° Cent. (gleich 5,77° R.) gefunden und daraus berechnet, daß, wenn dieſe Stadt nicht 1200 Fuß hoch, ſondern im Meeresniveau läge, dieſelbe gleich 9,27° Cent. ſein würde, denn die Temperaturabnahme beträgt hier auf 522 Fuß 1° Cent. Wenn man nun Orte gleicher mittlerer Temperatur, z. B. alle von + 25° + 20° + 15° + 10° + 5° u. ſ. w. auf einer Karte durch Linien verbindet, ſo nennt man dieſe Linien Iſothermen. Dieſe Iſothermen laufen keineswegs wie die geographiſchen Parallelkreiſe dem Aequator parallel, ſondern je genauer man ſie beobachtet, deſto mehr findet man ſie gebogen und gewunden, namentlich da, wo die Vertheilung von Land und Waſſer ſehr complicirt iſt, oder wo con-

ſtante Meer- oder Luftſtrömungen einwirken. So machen ſie z. B. im Gebiet des weſtlichen Europa einen ſehr auffallenden Bogen gegen Nord, welcher andeutet, daß England, Schottland und die Küſten von Norwegen ſich einer viel höheren mittleren Temperatur erfreuen, als Rußland, Sibirien und Nordamerika unter denſelben Breiten.

Die höchſten mittleren Temperaturen der Erde 27—28° C. fallen keineswegs genau mit dem Aequator zuſammen, ſondern wie es ſchon das S. 219 Geſagte ſchließen läßt, etwas in die nördliche Hemiſphäre. Sie bezeichnen den Wärmeäquator. Von da gegen die Pole werden die Beugungen der Iſothermen immer größer, und geſtalten ſich nach dem Nordpole zu der Art, daß man daraus auf 2 Kältepole, einen bei den Georgsinſeln, den anderen öſtlich vom Vorgebirge Taimura ſchließen möchte.

Aber die mittlere Jahrestemperatur genügt keineswegs zur Bezeichnung der klimatiſchen Verhältniſſe eines Ortes. „Eine Meteorologie, welche ſich lediglich die Auffindung der mittleren Werthe als Aufgabe ſtellte, wäre einer Aſtronomie zu vergleichen, welche nur die mittleren Entfernungen der Geſtirne zu beſtimmen ſuchte, ohne ſich um die Geſtalt ihrer Bahnen zu bekümmern. Wie hier in der periodiſch ſich ändernden Stellung der Geſtirne gegen einander erſt die Kräfte ſich ermitteln laſſen, ſo treten die meteorologiſchen Geſetze erſt deutlich in den Veränderungen hervor.“

Man hat deshalb außer der mittleren Jahrestemperatur zunächſt die mittlere Temperatur einzelner Jahreszeiten, namentlich des Sommers und Winters, zu beſtimmen geſucht. Die Linien gleicher mittlerer Sommertemperatur hat man Iſotheren, die gleicher mittlerer Wintertemperatur Iſochimenen genannt. So ſind z. B. die Winter Englands weit milder, als die von Gegenden Deutſchlands, welche dieſelbe mittlere Temperatur beſitzen. Aber auch dieſe Unterſcheidungen genügen noch nicht zur vollen Kenntniß der Temperaturverhältniſſe irgend eines Ortes, man muß vielmehr womöglich die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate, die Zeiten und Größen der Maxima und Minima (höchſten und niedrigſten Thermometerſtände), ſowie den mittleren Temperaturverlauf der einzelnen

Tageszeiten kennen, um sich dann aus dem Allen ein richtiges Bild von den Temperaturzuständen eines Ortes zu machen.

Die Unterschiede sind in dieser Beziehung außerordentlich groß. Am Commewyne (5½ Grad S. B. Amerika) z. B. ist der kälteste Monat noch nicht einen Grad kälter, als der wärmste, während in Jakutsk (62° N. B.) dieser Unterschied 50 Grad beträgt. Vergleicht man die Beobachtungspunkte in Nordasien mit denen in Europa und Nordamerika, so findet man unter gleicher geographischer Breite ebenfalls außerordentliche Unterschiede der jährlichen Veränderung. Die Schwankung ist selbst bei geringer Entfernung sehr ungleich; in Helston (Cornwallis) beträgt z. B. der Unterschied des kältesten und wärmsten Monates noch nicht 8 Grad, und in Uralsk (51° 11′ N. B.), also unter beinah gleicher Breite, 35 Grad.

Diese Unterschiede sind es, welche man durch die Ausdrücke Seeklima und Continentalklima zu bezeichnen pflegt. Und zwar pflegt man sie deshalb so zu bezeichnen, weil die Gleichförmigkeit des Klima's durch Vorherrschen der Wasseroberfläche, die Schwankung von einem Extrem zum anderen durch Vorherrschen der Landoberfläche bedingt wird. Dieser Unterschied ist im Allgemeinen bezeichnend für die Land- und Wasserhemisphäre. Daher kommt es, daß im südlichen Theil von Südamerika die Winter wärmer, die Sommer kälter sind als unter gleichen Breiten in Nordamerika, und daß die Palmen und ähnliche gegen Kälte empfindliche Pflanzen in Chile weiter gegen Süd reichen, als in Nordamerika, Asien und Europa gegen Nord; während gar nicht weit von der südlichen Palmengrenze, unter dem Breitengrad von Genf, in Patagonien Gletscher bis in das stille Meer herabreichen.

Der Unterschied zwischen Seeklima und Continentalklima ist aber keineswegs immer auf das ganze Jahr auszudehnen. Manche Gegenden der Erde haben im Sommer Continentalklima, im Winter Seeklima oder umgekehrt, d. h. die extremen Abweichungen von der mittleren Temperatur finden in ihnen nur nach einer Richtung statt. Mit wenigen Abänderungen erlaube ich mir, hierfür Ihnen einige Beispiele mitzutheilen, welche Dove[17]) anführt: Für den Januar sind wir vollkommen berechtigt, (Nord?) Amerika und Asien dem Continentalklima beizu-

zählen, denn die hohen Temperaturen Europa's und der Westküste von Amerika jenseit der Felsgebirge zeigen, daß die mittlere Temperatur der Parallelkreise die des Inneren der Continente und seiner Ostküsten entschieden übertrifft.

Aber schon im Februar beginnen die Verhältnisse sich zu verändern. Mit zunehmender Mittagshöhe der Sonne sollte man vermuthen, daß überall die Isothermen sich nach den Drehungspolen der Erde in Bewegung setzen, d. h. daß die Temperatur steigen werde. Das ist auch in Nordasien und im östlichen Europa der Fall, wo fast überall die Temperatur des Februar höher ausfällt, als die des Januar. Ganz anders an der Ostküste von Nordamerika, denn in Boothia Felix, der Winterinsel, Igloolik, Hebron, Okak, Nain, Halifax F. Sullivan bis nach Long Island hinab, ist der Februar kälter als der Januar, ja, berechnet man das zehnjährige Mittel der halbmonatlichen Temperaturen sämmtlicher Beobachtungsorte des Staates Newyork, so fällt das Minimum in den Anfang Februar. Auch Island zeigt dieselbe Anomalie, ja sie greift, wie die Beobachtungen von Thornshavn, Wick, Unst und Sandwick zeigen, bis nach Europa herüber.

Mit dem März beginnen zwar auch die amerikanischen Isothermen sich nach Norden zu bewegen, d. h. die Temperatur jedes Ortes steigt, aber entschieden langsamer als in der alten Welt, ja in Reykiavig fällt das Minimum der Winterkälte in den Anfang März. Alles deutet auf die merkwürdige Thatsache hin, daß die Sommerwärme in Nordamerika niedriger ist als in Europa unter gleicher Breite, daß also in dieser Jahreszeit Nordamerika nicht dem Continentalklima angehört, sondern vielmehr die charakteristischen Kennzeichen des Seeklima's an sich trägt.

Albani in Nordamerika liegt keinen vollen Grad nördlicher als Rom, aber seine mittlere Temperatur gleicht der von Dublin. Zur Zeit der größten Sommerwärme ist sie etwa zwei Grad niedriger als die Roms, im Winter aber ist der Unterschied so beträchtlich, daß der Hudson schon Mitte December zum Stehen kommt und erst Mitte März wieder aufthaut. In höheren Breiten tritt dieser Unterschied noch viel entschiedener hervor. So ist die Juliwärme von Kasiord 6 Grad höher als die von

Boothia, der Juni von Nishney Kolymsk 8 Grad wärmer als der von Igloolik, der Juli von Torneo sogar 11½ Grad wärmer als der der Winterinsel.

Diese Ungleichförmigkeiten der Temperatur lassen sich nicht alle vollkommen durch Linien auf Karten darstellen. Die Mannichfaltigkeit der Erscheinungen ist hierfür zu groß und zu veränderlich. Alle diese Linien, welche mittlere Resultate von sehr vielen Beobachtungen darstellen, müssen überdies, um ein richtigeres Bild von den wirklichen Temperaturverhältnissen zu geben, wie die magnetischen Linien, mit denen sie selbst in ihren Hauptbiegungen einige Analogie zeigen, in beständigem Hin- und Herschwanken gedacht werden, denn stündlich und täglich ändert sich die Temperatur jedes Ortes. Nur die jährlichen Mittel erscheinen hier viel constanter, als die magnetischen, bei denen man ein seculäres Fortrücken beobachtet hat.

Im Winter schlingen sich, wie erwähnt, die Isothermen der nördlichen Hemisphäre um zwei ideale Kältepole, deren einer bei den Georgsinseln, der andere nördlich von Asien liegt. Gegen den Sommer hin bewegen sich diese idealen Pole gegen den Drehungspol, der asiatische jedoch schneller als der amerikanische, so daß ihre Vereinigung auf die amerikanische Seite fällt.

Die großen Modificationen (sagt Dove[17]), welche die ganz unsymmetrische Vertheilung des Festen und Flüssigen in dem europäischen Sommer hervorbringt, sind ein Heraustreten aus der natürlichen Einfachheit, wie sie eine gleichförmige Wasserbedeckung oder eine mehr symmetrische Vertheilung des Landes hervorbringen würde. Der Herbst nun ist eine Rückkehr in diesen normalen Zustand, der Frühling ein mehr gewaltsames Herausreißen aus demselben. Die Natur schlummert ruhiger im Herbst ein, sie erwacht fieberhaft im Frühling. Daher hier jene vielfachen Rückfälle der Kälte, während im Herbst der sogenannte Nachsommer viel beständiger ist. Daher ist im Herbst die Zeit, wo die Temperatur durch ihren mittleren jährlichen Werth hindurch viel unveränderlicher, als im Frühjahr ist. Endlich ist auch der Spielraum der Veränderungen im Herbst am geringsten, der September in der gemäßigten Zone derjenige Monat, dessen Wärme in den einzel-

nen Jahrgängen die geringsten Unterschiede zeigt. Daß wir gewöhnlich den Frühling so hoch über den Herbst stellen, kommt vielleicht nur daher, daß jenem der vorhergegangene Winter zur Folie dient, oder daß dieser das wehmüthige Gefühl des Abschiedes der Vegetation erweckt.

Vierunddreißigster Brief.

Wetter.

„Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Processe der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der elektrischen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannichfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnert, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Kometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wären.“ v. H.

„Es ist heute recht schönes Wetter!“ — „Es ist ganz abscheuliches Wetter!“ Aehnlich lauten sehr gewöhnlich die Eingänge europäischer Unterhaltungen. Man scheint vor Allem sich über den augenblicklichen Zustand der Atmosphäre einigen zu müssen, der bei uns ein so überaus wechselnder, unsicherer und auf viele Dinge einflußreicher ist. Nicht überall auf der Erde sind solche Unterhaltungen als Eingänge zu wichtigeren anwendbar. Den Bewohnern der Marquesas Inseln fehlt es gänzlich an Stoff zu Wetterbemerkungen, da sie Tag für Tag sich derselben heiteren Atmosphäre erfreuen. In anderen Gegenden der Erde ist der Lauf der Witterung ein so regelmäßiger,

daß er ebenfalls die Mannichfaltigkeit aller Bemerkungen darüber abſchneidet. In den fruchtbaren Landſtrichen öſtlich von den Peruvianiſchen Anden, die uns Pöppig[18]) ſo überaus reizend ſchildert, weiß man genau, an welchem Tage die Regenzeit eintritt, zu welcher Stunde die täglichen Gewitter beginnen, welche Windrichtungen und wie ſie auf einander folgen. Das iſt freilich bei uns ganz anders, wir ſind kaum einen Tag ſicher vor irgend einer Wetterüberraſchung, und in dem allgemeinen Verlaufe herrſcht nur eine ſehr geringe Regelmäßigkeit. Als Haupturſache dieſer Unbeſtändigkeit und Unzuverläſſigkeit der Nord- und Mitteleuropäiſchen Witterungsverhältniſſe muß außer der geographiſchen Lage vor allen Dingen die große Mannichfaltigkeit der Oberflächengeſtaltung und das vielfache Ineinandergreifen von Land und Waſſer bezeichnet werden. Dieſe Mannichfaltigkeit mit allen ihren angenehmen und unangenehmen Folgen iſt jedenfalls die Urſache der hohen Entwickelung, des geiſtigen Uebergewichtes der Bevölkerung Europa's. Einförmigkeit der Umgebungen und müheloſes Dahinleben befördert nicht eine höhere Entwickelung. Im Kampfe mit den Elementen und Umſtänden entwickeln ſich und erſtarken die Organe.

v. Humboldt hat in den Worten, die ich über dieſen Brief ſchrieb, einen Theil der vielartigen Urſachen zuſammengeſtellt, welche einestheils ſich unter einander gegenſeitig, dann aber gemeinſam die Witterungsverhältniſſe bedingen. Rechnen Sie dazu noch die Wärmeſtrahlung der Sonne und der Erde, die Luft- und Meeresſtrömungen, die Oberflächengeſtaltung und vielleicht auch die Einwirkung des Mondes, ſo haben Sie eine ungefähre Ueberſicht von den vielartigen Urſachen, welche das Wetter irgend einer Gegend zu irgend einer Zeit bedingen. Wo die Urſachen ſehr einfach gruppirt ſind, da hat bereits die Erfahrung die Reihenfolge des Wetterwechſels gelöſt. Wo aber die Urſachen ſo mannichfach gruppirt ſind, wie in unſerm Vaterlande, da iſt die Aufgabe der Wettervorausbeſtimmung für den menſchlichen Scharfſinn bis jetzt noch zu groß geweſen, obwohl man ſie durchaus nicht für abſolut unlösbar erklären darf.

In Ermangelung wiſſenſchaftlicher Vorherbeſtimmung hat der Menſch zu allerlei Erfahrungsſätzen ſeine Zuflucht genom-

men und ihnen zum Theil gewiſſe myſtiſche Bedeutungen untergelegt, hinter denen zuweilen das Erfahrungsmäßige ganz verloren gegangen iſt. Einmal auf den Weg myſtiſcher Deutung angelangt, ſind dann, wie es ſcheint, zu den auf Erfahrung begründeten Wetterregeln auch noch ſolche hinzugekommen, die lediglich in überſpannter Phantaſie ihren Grund haben, wie die Prophezeihungen durch den 100jährigen Kalender.

Göthe hat einſt die Wetterregeln, welche im Munde des Volks leben, eifrig ſammeln laſſen; leider iſt er nicht dazu gekommen, ſie zu veröffentlichen und zu deuten. Sie ſind natürlich faſt alle nur localer Bedeutung, aber der Umfang ihrer Geltung iſt äußerſt verſchieden. Einige beſchränken ſich auf ein einziges Thal, oder auf die Umgebungen eines Berges, der ſich bei eintretenden Veränderungen auf gewiſſe Weiſe in Wolken hüllt, andere umfaſſen ganze Gebirgszüge oder große Ebenen, einige endlich gelten für ganz Deutſchland, wie die ſogenannten Weintödter im Mai und Juni.

Dieſe Wetterregeln des Volks beziehen ſich zum Theil auf atmoſphäriſche Vorgänge, Windrichtung, Wolkenbildung, Abend- und Morgenroth, Hof des Mondes, Waſſerziehen der Sonne u. ſ. w., zum Theil auf Beobachtungen an Pflanzen und Thieren: das Aufblühen der Carlina acaulis bei trockener Luft, die Länge der Haideblüthen, die man mit der Länge des Winters in Beziehung ſetzt, das Zurückziehen der Spinnen, den Flug der Mücken und in Folge davon der Schwalben, das Benehmen der Hühner und anderer Vögel u. ſ. w. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß man aus gewiſſen beobachtbaren atmoſphäriſchen Zuſtänden, ſo gut als aus dem niederen Stande des Barometers, auf die Witterung der nächſten Zukunft zu ſchließen vermag, und dieſe Schlüſſe ſind, wenn auch nicht untrüglich, doch unter allen die zuverläſſigſten. Ebenſo iſt es gewiß, daß der Zuſtand der Atmoſphäre auf alle Organismen einwirkt, wir empfinden es gar oft in unſerer eigenen Gemüthsſtimmung oder in dem Jucken längſt vernarbter Wunden. Nur ſind wir Menſchen, deren Aufmerkſamkeit ſtets von ſo Vielerlei in Anſpruch genommen wird, nicht ſo feine Beobachter für kleine Unterſchiede des Luftzuſtandes, als gewiſſe Pflanzen und Thiere, deren ganze Lebensthätigkeit davon abhängig iſt, oder deren Organe

besonders hygrometrische Eigenschaften besitzen, so daß sie wie die künstlichen Feuchtigkeitsmesser (Hygrometer) den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre einigermaßen verrathen.

Weit unsicherer sind offenbar schon die Wetterregeln, welche sich auf Constellationen des Mondes beziehen, am unsichersten aber sind die, welche an bestimmte Tage des Jahres, des Monats oder der Woche geknüpft sind. Der Mond, welcher das Meer zur Fluth anschwellt und nervenschwache Menschen vom nächtlichen Lager treibt und zum Nachtwandeln erregt, wird sicher auch einen Einfluß auf die Zustände unserer Atmosphäre äußern. Wenn man ihm aber nachsagt, daß der Eintritt seiner Lichtphasen bestimmte Wetterveränderungen bedinge, daß gerade mit dem Vollmonde oder Neumonde, mit dem ersten oder letzten Viertel anderes Wetter einzutreten pflege, so zeigt das ein gänzliches Verkennen des wahren Sachverhaltes, da alle diese Lichtphasen ganz allmälig und ohne alle bestimmte Abgrenzung in einander übergehen. Der Vollmond kann unmöglich plötzlich ganz anders wirken als der Mond 12 oder 24 Stunden vorher; es kann nur etwa eine gewisse Wirkungsweise mit dem Eintritt des Vollmondes ihr Maximum erreichen.

Was nun die besonderen Wettertage des Jahres, der Monate und der Wochen betrifft, so werden erstere sehr wahrscheinlich alle auf Erfahrungen beruhen; ja für die Kältetage im Februar, Mai und Juni hat man bereits eine Erklärung gefunden in den Sternschnuppenschwärmen, die periodisch zwischen Erde und Sonne hindurch ziehen und die Wirkungen der letzteren in Etwas vermindern. Aehnlich scheint auch die ominöse Bedeutung des Siebenschläfers im Zusammenhange zu stehen mit dem Ueberwiegendwerden einer gewissen vom Passat bedingten Windrichtung bei uns, welche, einmal siegreich, dann längere Zeit herrschend bleibt. Was aber die besonderen Monats- und Wochentage betrifft, so sind die ersteren so ganz aus menschlichen Einrichtungen hervorgegangen, daß man unmöglich irgend einen Zusammenhang derselben mit periodischen Naturerscheinungen zugeben kann. Die siebentägige Woche, diese uralte Zeiteintheilung vieler Nationen, könnte noch eher möglicher Weise ihre Dauer irgend einer siebentägigen natürlichen Periodicität verdanken; so lange das aber nicht besser nachgewiesen ist, als durch die wohl

eben so oft unerfüllte als erfüllte Behauptung, daß der Freitag der verhängnißvolle Wetterwechseltag sei, so lange müssen wir diese Wetterregel mit vielen ähnlichen auf besondere Tage bezogenen für ein bloßes Vorurtheil halten.

Ich will Sie aber nicht länger mit diesen Betrachtungen über die meteorologischen Regeln des Volkes aufhalten, sondern vielmehr versuchen, Ihnen ein übersichtliches Bild von den nächsten Ursachen der Wetterveränderungen zu geben. Es sind dies wesentlich Temperatur, Bewegungsart und Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre.

Wie so häufig beim Studium der Naturerscheinungen, so zeigt es sich auch hier, daß sehr einfache Ursachen hinreichen, um sehr mannichfache Erscheinungen hervorzubringen, und gerade das Erkennen der Einfachheit der Naturgesetze bildet den anziehendsten Theil der Naturforschung.

Die Grundursache aller bei uns so wechselnden Wetterzustände ist nämlich die Temperatur der Luft und der damit in Berührung stehenden Erdoberfläche. Hätten wir stets und überall, also Sommer und Winter, Tag und Nacht, am Aequator und an den Polen, an der Oberfläche der Erde und in den oberen Regionen der Atmosphäre — gleiche Temperatur, so würde es weder Wind noch Wolken, weder Nebel noch Thau, weder Reif noch Regen oder Schnee auf der Erde geben; der Himmel wäre dann stets heiter und ruhig, die Atmosphäre aber feucht. Ein Zustand, diesem sich nähernd, muß wirklich stattgefunden haben, wenn, wie es wahrscheinlich ist, die eigene Wärme der Erde einst ganz überwiegend war über die durch die Sonnenstrahlen auffallende. Solch ein Zustand könnte zur Zeit der Steinkohlenbildung auf der Erde stattgefunden haben.

Da nun der Temperaturwechsel der Atmosphäre und Erdoberfläche die Grundursache aller Wetterveränderungen ist, so lassen Sie uns zunächst noch einen Blick auf die Ursachen dieses Temperaturwechsels werfen, auf die ich Sie im vorigen Briefe schon vielfach aufmerksam gemacht habe.

Es giebt nur zwei Ursachen, welche die Temperatur der Erde als ein Ganzes verändern, eine abkühlende und eine erwärmende. Die abkühlende Ursache der Erde ist die

Wärmeausstrahlung in den Weltraum. Dieser ist nämlich beträchtlich kälter als die Erdoberfläche, und sie giebt daher fortwährend Wärme an ihn ab, ebenso wie eine heiße Kugel (eine große Wärmflasche) in einem kalten Zimmer nach und nach immer kälter wird. Würde dieser Wärmeverlust der Erde nicht beständig wieder erstattet, so müßte ihre Oberfläche nach und nach immer mehr abkühlen und endlich so kalt als der Weltraum werden. Alles Wasser würde dann zu Eis erstarren, alles organische Leben aufhören.

Aber dieser Abkühlung entgegen wirkt die Sonne, deren Strahlen der Erde unausgesetzt Wärme zuführen. Das ist die Erwärmungsursache. Ob die Erdoberfläche im Ganzen kälter oder wärmer werde, hängt daher davon ab, ob sie mehr Wärme an den Weltraum abgiebt oder mehr von der Sonne empfängt. Es ist nun aber nachgewiesen, daß seit der Zeit, aus welcher astronomische Beobachtungen bekannt sind, sich die Temperatur der ganzen Erdoberfläche nicht geändert hat, daß also die Erde sich in dem Wärmezustande befindet, in welchem Verlust und Gewinn sich gerade aufheben. Ob das immer so gewesen ist, oder immer so bleiben wird, ist eine andere Frage. Es ist wahrscheinlich, ja ziemlich gewiß, daß früher die Temperatur der Oberfläche höher war, ja man nimmt sogar, wie ich Ihnen im 22. Briefe geschrieben habe, mit vielem Grunde an, daß die ganze Erde sich einst in einem durch Wärme flüssigen Zustande befunden hat und nur sehr allmälig an ihrer Oberfläche abgekühlt ist, während ihr Inneres noch jetzt heißflüssig. Daß das Erdinnere weit wärmer ist als die Oberfläche, ist eine Thatsache. Man könnte darum zu glauben geneigt sein, dieser heiße Kern müsse auch auf die Temperatur der Oberfläche einen Einfluß haben; das ist jedoch seit Jahrtausenden, wie gesagt, nicht mehr der Fall. Höchstens in der unmittelbaren Nähe von Vulkanen findet noch ein solcher Einfluß statt; die ausgeflossenen Laven u. s. w. bringen eine geringe Temperaturerhöhung ihrer nächsten Umgebung hervor. Dieser Einfluß ist aber für die ganze Erde so gering, daß er sich jeder Beachtung entzieht.

Ob sich die Wärme der Erde in Zukunft nie ändern werde, ist eine noch nicht zu beantwortende Frage. Wenn die Sonne stets dieselbe Wirkung, der Weltraum immer, d. h. hier überall,

wo er auch von dem Sonnenſyſteme durchwandert werden wird, dieſelbe Temperatur behält, ſo wird auch die Temperatur der Erde unverändert bleiben.

Der berühmte Mathematiker Poiſſon nahm aber allerdings an, der Weltraum habe in verſchiedenen Regionen eine verſchiedene Temperatur, und indem die Erde mit dem ganzen Sonnenſyſteme in andere Welträume gelange, werde auch der Wärmeverluſt derſelben ein anderer, und folglich ihre Temperatur eine andere. Ja man glaubte dadurch ſogar manche geologiſche Erſcheinungen erklären zu können.

Doch laſſen wir dieſe Hypotheſen, deren Werth oder Unwerth für die Dauer eines Menſchenlebens jedenfalls ohne alle Folgen iſt, einſtweilen dahin geſtellt ſein, — ſo befindet ſich alſo jedenfalls jetzt die Erde in einem Zuſtande, in welchem ſie durch Aufſtrahlung gerade ſo viel Wärme gewinnt, als ſie durch Ausſtrahlung verliert. Im Ganzen bleibt alſo die Wärmemenge ihrer Oberfläche ſich gleich.

Gehen wir nun aber von der Betrachtung der Erde als Ganzes zu der der einzelnen Zeiten und Orte auf ihr über, ſo ſehen wir leicht, wie die beiden genannten Grundurſachen unter verſchiedenen Umſtänden verſchieden wirken werden, und bald die eine, bald die andere die Oberhand gewinnen muß. — Gegenden, die lange der Sonne entbehren, wie die Pole, verlieren viel Wärme und erkalten um ſo mehr, je heller der Himmel iſt, denn Wolken umgeben die Erde wie ein Mantel und ſchützen die Erdoberfläche mehr oder weniger vor dem Wärmeausſtrahlen und Abkühlen. Orte, die die Sonne beſcheint, erwärmen ſich um ſo mehr, je länger dieſer Zuſtand dauert, und je höher die Sonne ſteigt. Darin beruhen alſo, wie ich Ihnen ſchon im vorigen Briefe gezeigt habe, die verſchiedenen Temperaturen bei Tag und Nacht, im Sommer und Winter, unter dem Aequator und an den Polen. Sinkt die Sonne unter unſern Horizont, ſo erhalten wir keine Wärme mehr von ihr, wir gewinnen nichts und verlieren nur, was nothwendig eine Abkühlung nach ſich zieht. Dieſe dauert bis zum nächſten Sonnenaufgange, und dieſe Zeit iſt darum in der Regel, und wenn nicht andere wechſelnde Umſtände zuweilen eine Aenderung be-

wirken, die kälteſte des Tages. Sobald nun die Sonnenſtrahlen wieder wirken, erhöht ſich die Temperatur, und da zu Mittag ihre Wirkung am größten wird, ſo nimmt auch die Erwärmung zu, ja ſie reicht noch über den Mittag hinaus, weil in den erſten Stunden darauf immer noch der Gewinn größer iſt, als der Verluſt. Allein je wärmer die Erdoberfläche iſt, deſto mehr Wärme verliert ſie durch Ausſtrahlung. Der Verluſt wird daher immer größer, während nach Mittag der Gewinn immer kleiner wird. Zwiſchen 1 und 3 Uhr, in den verſchiedenen Jahreszeiten verſchieden, werden beide gleich. Zu der Zeit haben wir deshalb die größte Wärme des Tages. Weiterhin übertrifft der Verluſt den Gewinn, es beginnt wieder die Abkühlung und dauert bis Sonnenaufgang. Aehnlich geht es im Laufe des ganzen Jahres. Im Herbſt iſt die Erde warm, ſie verliert alſo viel Wärme, und die Sonne vermag nicht allen Verluſt zu erſetzen, ſie wird darum immer kälter und kälter faſt durch den ganzen Winter hindurch. Die größte Kälte fällt nicht in die kürzeſten Tage, denn auch nachher, obgleich der Gewinn täglich etwas wächſt, bleibt immer noch der Verluſt größer als dieſer und die Abkühlung ſchreitet vor, bis endlich gegen Ende Januar ſich beide ausgleichen. Dann überſteigt der tägliche Wärmezuwachs den Wärmeverluſt, die Erwärmung nimmt zu bis über die längſten Tage hinaus, bis Ende Juli oder Anfang Auguſt. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß ich hier nur von der Regel, von dem mittleren Verlaufe in unſeren Regionen ſprach; Wind, Regen und Wolken (ſelbſt Folgen des Wärmewechſels) ändern in den einzelnen Tagen und Jahren dieſen regelmäßigen Gang ſehr mannichfach ab. Man erkennt ihn nur als Mittel aus ſehr vielen lange dauernden Beobachtungen.

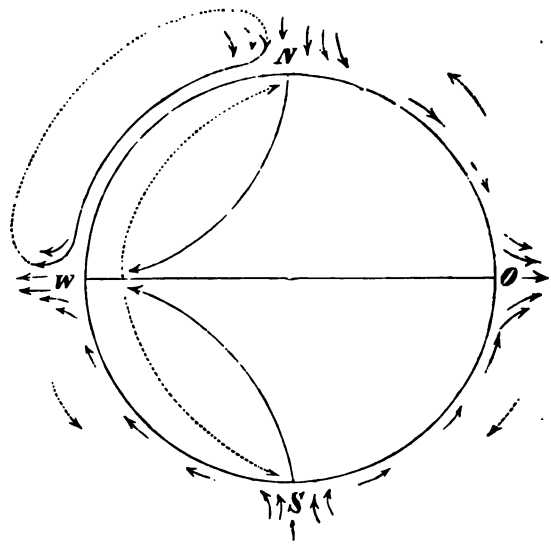
Ich muß nun noch eine Erwärmungs- und Erkaltungsurſache der Luft erwähnen, die bei den atmoſphäriſchen Erſcheinungen eine große Rolle ſpielt: das iſt das Verhalten der Luft beim Ausdehnen und beim Zuſammendrücken derſelben. Wenn irgend eine Luftmaſſe in einen größeren Raum ausgedehnt wird, ohne daß ihr gleichzeitig von Außen Wärme mitgetheilt wird, ſo wird ſie dadurch *kälter*, und wenn man ſie in einen kleineren Raum zuſammendrückt ohne ihr Wärme zu nehmen, ſo wird ſie *wärmer*.

Da nun der Druck der Luft auf sich selbst in den höheren Regionen der Atmosphäre immer geringer wird, so muß auch jede Luftmasse, welche aufsteigt, vermöge ihrer Elasticität sich ausdehnen und folglich abkühlen. Das ist die Ursache, warum die Temperatur der Atmosphäre gegen die Höhe hin abnimmt, warum es in Gebirgen kälter ist als in Niederungen gleicher Lage. Die Sonne erwärmt die Luft unmittelbar nur sehr wenig, ihre Strahlen gehen fast ohne Wärmeverlust durch sie hindurch, erst an der festen oder tropfbarflüssigen Oberfläche angelangt werden sie wirksam, entbinden sie Wärme, und die Luft erwärmt sich erst auf Kosten dieser Oberfläche, durch Berührung mit derselben. Stets aber wechselt die untere erwärmte Luft mit der oberen, beim Aufsteigen dehnt sie sich aus und wird kälter, während die niedersinkende sich verdichtet und dadurch wärmer wird. Es würde darum die Wärmeabnahme gegen die höheren Regionen hin noch größer sein, wenn nicht gerade immer die erwärmte Luft aufstiege, die abgekühlte niedersänke, was nach beiden Richtungen eine Mäßigung der Temperatur bewirkt.

So also hängen die ungleichen Temperaturen der Atmosphäre, abgesehen von den verschiedenen Höhen, lediglich vom Stande der Sonne ab. Ich habe Ihnen aber schon im vorigen Briefe gezeigt, daß, trotz des einförmigen Wechsels des Sonnenstandes, durch die unsymmetrische Ungleichförmigkeit der Erdoberfläche eine sehr ungleichförmige Vertheilung der Wärme hervorgebracht wird, die sehr von der abweicht, welche bei ganz gleichförmiger und ebener Erdoberfläche stattfinden würde.

Ich gehe nun zu der zweiten Hauptursache der Wetterveränderungen über, zu den Winden, die selbst zu dem, was man Wetter nennt, gehören und deren eigene Ursache ich bereits im Vorstehenden und im 32. Briefe angedeutet habe. Alle Bewegungen der Luft, sowohl die in horizontaler Richtung wehenden eigentlichen Winde, als auch die auf- und absteigenden Luftströmungen, haben, wie wir sahen, ihre Ursache in der örtlich oder zeitlich verschiedenen Temperatur der Luft. Hätte diese immer und überall dieselbe Wärme, so würde sie auch immer und überall ruhend sein, die kleinen localen Bewegungen abgerechnet, welche durch lebende Wesen, Vulkane und dergleichen

›rgebracht werden, oder durch die Ebbe und Fluth des Meeres. Atmoſphäre würde ſich unter dieſen Vorausſetzungen gerade rhalten wie die Luft in einem eingeſchloſſenen Raume. Aber ſo wie dieſe letztere ſogleich in Bewegung geräth, wenn einen Theil kälter oder wärmer macht als den anderen, ſo kann auch die Atmoſphäre nicht ruhig bleiben, da ihre peratur örtlich beſtändig wechſelt. Der Vergleich mit einem ›zten Zimmer liegt uns am nächſten, verfolgen wir ihn. den Ofen herum wird hier die Luft ſtets erwärmt, an den lerwänden abgekühlt. Die wärmere Luft iſt leichter und t deshalb am Ofen auf, die kältere ſinkt nieder. In der e an der Decke fließt die warme Luft nach den Fenſtern ab, wo ſie erkaltend niederſinkt und am Boden nach dem t zurückkehrt. In jedem ſtark geheizten Zimmer können Sie von ſolchem Luftkreislaufe leicht überzeugen, wenn Sie die : bewegliche Flamme eines Lichtes oder den Faden eines negewebes in die verſchiedenen Regionen halten. Aehnlich es in der Atmoſphäre zu. Im Kleinen kann man es an meiſten Küſten täglich beobachten. Morgens tritt regel›g ein Seewind ein, der Abends einige Stunden nach Son›ntergang in Landwind umſetzt, weil nämlich bei Tage das r und die darüber befindliche Luft kälter ſind als das Land, ›er Nacht aber der umgekehrte Fall eintritt. Von dieſem gange im Kleinen laſſen Sie uns ſogleich zu dem größten Art übergehen, hervorgebracht durch den Unterſchied der peratur zwiſchen den Wendekreiſen und an den Polen. Da Zone viel ſtärker erwärmt wird als die Polargegenden, ſo die Luft nicht in Ruhe bleiben, ſie muß zwiſchen den dekreiſen emporſteigen, in beträchtlicher Höhe nach den Polen fließen und in den kalten Zonen ſich herabſenken, zugleich aus den kalten Zonen in der Tiefe gegen den Aequator römen, ungefähr wie es der nachſtehende Holzſchnitt ver›icht.



Drehte ſich die Erde nicht um eine ſchräg auf ihrer Bahn ſtehende Axe, bewegte ſich vielmehr, wie man vor Copernicus glaubte, die Sonne täglich um ſie, ſo würde dadurch, wie Sie leicht einſehen werden, nördlich vom Aequator ein beſtändiger Nordwind, ſüdlich davon ein beſtändiger Südwind entſtehen. Die ſchnelle Umdrehung der Erde um ihre Axe ändert aber die Richtung dieſes Polarwindes und macht, daß ſie eine immer öſtlichere wird, je mehr der Luftſtrom ſich dem Aequator nähert. Das geſchieht aber dadurch, daß alle Luſttheilchen aus Gegenden der Erdoberfläche, in welchen die Umſchwungsgeſchwindigkeit geringer iſt, kommen und in ſolche gelangen, in welchen ſie größer iſt (an den Polen iſt ſie gleich 0, am Aequator am größten: 225 Meilen in der Stunde). Die Theilchen beharren nun nach den allgemeinen Bewegungsgeſetzen noch einige Zeit in geringerer Umdrehungsgeſchwindigkeit als die der Erdzone iſt, in welche ſie gelangen, und nehmen die größere nur allmälig an, ſie können aber, da ſie immer wieder in Gegenden größerer Drehungsſchnelligkeit vorrücken, die Umdrehungsgeſchwindigkeit der feſten Oberfläche nie ganz erreichen, ſie bleiben dahinter zurück und ſcheinen uns, den ſtets mit der Erdoberfläche ſchnell gegen Oſt bewegten Bewohnern derſelben, ſtatt aus Nord oder

Süd, aus Nordost oder Südost zu kommen, während sie in Wirklichkeit nur etwas ruhiger verharren als wir, die wir, durch die Luft hindurch bewegt, sie Ostwind nennen. Es ist das ähnlich, als wenn wir auf offenem Dampfwagen mit dem Winde, aber schneller als dieser, fahren, der Wind scheint uns dann entgegen zu kommen, obwohl er mit uns geht. So entstehen die zwischen den Wendekreisen auf beiden großen Meeren jahraus jahrein wehenden Passatwinde, die zwischen sich eine Region verhältnißmäßiger Windstille (am Aequator) einschließen, weil hier die Luft endlich die schnellste Umdrehungsbewegung so ziemlich angenommen hat und nun nur noch erwärmt aufsteigt. Aber die Passatwinde ziehen sich begreiflicher Weise mit dem Stande der Sonne, mit welchem die Region der größten Wärme hin und her schwankt, während unseres Sommers mehr nördlich, während unseres Winters mehr südlich.

Diese regelmäßigen Passatwinde werden aber nur zwischen den Wendekreisen und in der Nähe derselben bemerkt, weiter nach den Polen zu sind sie nicht deutlich zu beobachten, weil dort die in der Höhe nach den Polen zurückkehrende Luft, sich erkaltet senkend, schon mit der von ihnen kommenden sich mengt, woraus die so überaus veränderlichen Winde entstehen, wie wir sie in unsern Gegenden kennen, und die die unmittelbare und nächste Ursache des eben so veränderlichen Wetters in unseren Breiten sind.

In Sachsen kann man z. B. im Jahre durchschnittlich nur auf 60 helle Tage rechnen, während 130 trüb sind und 175 Regen bringen.

In der Nähe des Aequators steigt die Luft, wie gesagt, jederzeit in die Höhe (bildet einen aufsteigenden Luftstrom), dort muß sie daher unausgesetzt in der Tiefe durch andere von den Polen her ersetzt werden, und darum muß dort immer einerlei Wind herrschen, wo nicht Gebirge, wie auf dem Festlande von Asien, Aenderungen bedingen. Wo aber immer derselbe Wind weht, da hat man auch einen ganz regelmäßigen Witterungsverlauf zu erwarten. In den Aequatorialgegenden kann man darum mit Bestimmtheit das Wetter vorausverkünden, wenn auch nicht gerade die jedesmalige Energie desselben. Lange Trockenheit beim niedrigsten und lange Regenzeit beim höchsten

Sonnenſtande, wechſeln dort regelmäßig mit einander ab. Ganz anders bei uns. Bald herrſcht da der Polarſtrom, bald der Aequatorialſtrom vor. Jener iſt urſprünglich ein Nordwind, er dreht ſich aber, wie geſagt, je länger er weht, immer mehr öſtlich, weil nach einander Luftheile aus Gegenden von immer geringerer Umdrehungsgeſchwindigkeit zu uns gelangen. Dieſer, urſprünglich ein hochgehender Südwind, wird immer mehr zum Weſtwinde, weil nach und nach Theile aus Gegenden immer größerer Rotationsgeſchwindigkeit zu uns gelangen. Durch das Vorherrſchen des einen oder des anderen dieſer Winde entſteht die große Unregelmäßigkeit unſeres Wind- und Wetterverlaufes, in der als einzige Regel bis jetzt nur das ſogenannte Drehungsgeſetz von dem berühmten Meteorologen Dove aufgefunden worden iſt. Dieſe regelmäßige Drehung der Winde beſteht darin, daß ſie alle Richtungen von Nord über Oſt, Süd und Weſt nach Nord durchlaufen. Denken wir uns, daß eine Nordſtrömung den Anfang macht, ſo geht dieſe während ihres Verlaufes immer mehr in Oſtwind über. Als Oſtwind vermag ſie aber nun nicht mehr der oberen Südſtrömung zu widerſtehen, dieſe bringt immer mehr nieder und wandelt den Oſtwind in Südoſt-, ſowie endlich in Südwind um. Der Südwind wird nun durch die Rotationsunterſchiede nach und nach wieder zum Weſtwinde, und dieſer wird allmälig durch den Nordſtrom überwunden. Aber die Dauer dieſer faſt regelmäßig aufeinanderfolgenden Winde iſt keine gleichmäßige. Bei uns dauert z. B. der Weſtwind gewöhnlich am längſten. In der ſüdlichen Hemiſphäre iſt die Reihenfolge (Drehung) der Winde umgekehrt.

War nun die verſchiedene Wärme die erſte Urſache der Luftbewegungen, ſo haben die Winde ihrerſeits auch wieder einen Einfluß auf die Temperatur. Ein anhaltender Nordwind bringt bei uns, weil aus kalten Gegenden kommend, unfehlbar Kälte mit ſich, und umgekehrt ein Südwind Wärme. Wenn es aber z. B. in Rußland durch Nordwinde kälter wird, als bei uns, ſo ſinkt die Luft dort, während ſie hier ſteigt und gegen Oſt überfließt. Sie bildet dann in der Höhe eine Strömung nach Oſten, und wir am Boden erhalten Oſtwind. So wird die Wirkung zur Urſache, und dadurch wird dann auch das Doveſche Drehungsgeſetz zuweilen geſtört, ſo daß man nicht ganz

ſicher nach Nordwind auf Oſtwind, nach Oſtwind auf Südwind u. ſ. w. rechnen kann.

Könnte man mit einem Blicke den Zuſtand der Luft in allen Theilen, wenigſtens unſerer Erdhälfte überſehen, und zwar nicht blos den an der feſten Oberfläche, ſondern auch den in den oberen Regionen der Atmoſphäre, ſo müßte es dem combinirenden Verſtande eines guten Phyſikers wohl gelingen, die zunächſt bevorſtehenden Veränderungen des Windes und folglich auch des Wetters zu beſtimmen. Sie ſehen wohl, das wäre in gewiſſem Grade durch Verbindung ſehr vieler meteorologiſcher Stationen durch elektriſche Telegraphen möglich, und wer weiß, wohin es die Menſchen noch bringen!

Als dritte Grundbedingung des Wetters bezeichnete ich oben den Feuchtigkeitszuſtand der Luft, und damit in unmittelbarem Zuſammenhange ſtehen die ſogenannten wäßrigen Meteore: Thau, Reif, Wolken, Nebel, Regen, Schnee u. ſ. w.

Waſſerdampf nennt man in der Wiſſenſchaft den gasförmigen, in der Luft unſichtbaren Zuſtand des Waſſers, im Gegenſatz zu dem dunſtförmigen ſichtbaren. Selbſt in der reinſten und durchſichtigſten Luft iſt beſtändig Waſſer als Dampf enthalten, bald mehr, bald weniger, d. h. die Luft iſt bald feuchter, bald trockener. Für jede Temperatur giebt es aber ein gewiſſes Quantum, welches nicht überſchritten werden kann, dies beträgt z. B. für 0 Grad $^1/_{170}$ des Luftvolumens, für 40 Grad Wärme $^1/_{14}$ des Luftvolumens. Iſt dieſes Maximum des Feuchtigkeitszuſtandes erreicht, ſo ſagt man, die Luft iſt mit Feuchtigkeit geſättigt (ungefähr wie ein Schwamm, der kein Waſſer mehr aufzunehmen vermag). Dieſes Maximum iſt um ſo größer, je wärmer die Luft iſt. Wird daher eine mit Feuchtigkeit geſättigte Luft abgekühlt, ſo kann der Waſſerdampf als ſolcher nicht mehr beſtehen, er wird dann als Waſſer niederſchlagen. Geſchieht das in der Nähe oder durch die Nähe eines feſten Körpers, ſo beſchlägt dieſer mit einer Waſſerhaut, er bethaut, ſo die Fenſterſcheiben im Winter, ſo die Erdoberfläche in kalten Nächten; ſinkt dabei die Temperatur unter 0, ſo wird aus dem Thau Reif, aus dem Hauch am Fenſter eine Eisblume. Geſchieht es in der Mitte der Luft ſelbſt, ſo bilden ſich kleine Waſſerbläschen oder Eiskryſtalle, aus welchen z. B. was man Dunſt, Rauch, Wolken

und Nebel nennt, beſtehen. Die Wolkenbildung iſt das hervorſtechende Reſultat der Abkühlung feuchter Atmoſphäre in mittleren Regionen; ſenken ſich die Wolken bis zu unſerem Standpunkte herab, ſo pflegen wir ſie Nebel zu nennen. Wird die Bläschenbildung in den Wolken zu dicht gedrängt, ſo ſchmelzen dieſelben zu Regen zuſammen oder kryſtalliſiren zu Schnee. Solche Abkühlungen mitten in der Luft erfolgen gewöhnlich durch andere, eindringende Luft von niedrigerer Temperatur, alſo durch einen kalten Luftſtrom oder Wind, der in warme Gegenden, oder durch einen warmen feuchten Wind, der in kalte Regionen der Atmoſphäre gelangt.

Sie fragen hier vielleicht, wie kann bei einer ſolchen Mengung ein wäßriger Niederſchlag erfolgen, da zwar der eine Theil der Luft dadurch abgekühlt, der andere aber um eben ſo viel erwärmt wird, ſo daß man glauben ſollte, beide zuſammen müßten noch eben ſo viel Feuchtigkeit beherbergen können als vorher. Es iſt aber eine Thatſache, daß jedesmal, wenn zwei mit Feuchtigkeit geſättigte Luftmaſſen von verſchiedener Temperatur mit einander gemengt werden, das Gemenge nicht mehr allen Waſſerdampf als ſolchen enthalten kann, der vorher darin enthalten war, weshalb denn ein Theil deſſelben nothwendig zu Waſſer werden muß.

Zur Wolkenbildung iſt es daher nöthig, daß hinlänglich feuchte Luftmaſſen von verſchiedener Temperatur ſich mit einander mengen. Daß dieſe Bedingungen beide erfüllt ſein müſſen, können Sie leicht an Ihrem Athem erkennen. Der iſt ſtets feucht, iſt aber die äußere Sie umgebende Luft entweder auch warm, oder zwar kalt, aber ſehr trocken, ſo ſehen Sie denſelben nicht als Dunſt ausſtrömen, ſondern ſeine Feuchtigkeit bleibt als dampfförmiges Waſſer unſichtbar. Ebenſo, wenn eine warme Flüſſigkeit raucht, die umgebende Luft aber ſehr trocken iſt, ſo geht der Rauch ſehr bald in unſichtbaren Dampf über. Auf dieſe Weiſe entſtehen alſo Wolken, wenn in eine feuchte und warme Atmoſphäre ein kalter, oder wenn in kalte Luft ein warmer und feuchter Wind eindringt. Erſteres iſt der gewöhnlichere Fall.

Haben wir z. B. mit Süd- oder Südweſtwind warme Tage erhalten, die Luft iſt feucht und es tritt nun ein kalter

Nordweſtwind ein, ſo giebt es ſicher Regen. Seltener iſt das Umgekehrte der Fall, daß nämlich bei durch Nord- und Oſtwind kalten Tagen ein warmer Südwind ſo viel Waſſerdampf mitbringt, daß durch ſeine Abkühlung Wolken entſtehen. Oft beſtehen zweierlei Winde übereinander, und wo ſie ſich mengen, da bilden ſich Wolken.

Die Oſtwinde ſind bei uns meiſt die trockenſten, weil ſie einen langen Weg über Feſtland zurückzulegen haben; die Nordweſtwinde aus der entgegengeſetzten Urſache die feuchteſten und regenbringendſten.

Es erklärt ſich leicht, warum im Frühjahr bei uns mehr Regen herrſcht, als im Herbſt. Im April ſteht die Sonne ſchon höher als im September, ſie wirkt ſtärker, aber Erde und Atmoſphäre ſind noch kälter; dieſe Contraſte bei großer Luftfeuchtigkeit müſſen natürlich einen häufigen Wechſel des Wetters und viel Regen veranlaſſen. Im Herbſt ſind dagegen dieſe Contraſte ausgeglichen, alles iſt beinahe gleichförmig erwärmt, darum das beſtändige heitere Wetter.

Eine ſehr gewöhnliche Art der Wolkenbildung iſt es ferner, namentlich in der warmen Jahreszeit, daß von der durch die Sonne erhitzten und feuchten Erde warme und feuchte Luft aufſteigt, bei ihrer Erhebung ſich abkühlt, und in gewiſſer Höhe ihren Waſſerdampf zum Theil als Wolken abſetzt. Dieſes Phänomen iſt beſonders in Gebirgsgegenden oft recht deutlich zu beobachten, wo die warme Luft aus den benachbarten Ebenen an den Gebirgen aufſteigt und in gewiſſer Höhe eine Wolkenbildung einleitet, die dann zuweilen bei überwiegender Sonnenwärme wieder verſchwindet. Gewiß haben Sie es auch zuweilen ſchon beobachtet, daß ein warmer feuchter Luftſtrom, eine hohe kalte Bergſpitze berührend, an dieſer eine lange Zeit hindurch fortwährend Wolken bildet, die von dem Berge losgeriſſen ſich ſehr bald wieder auflöſen.

Sind die Urſachen zur Wolken- und Regenbildung weit verbreitet, ſo iſt es auch ihre Wirkung, und wir behalten dann lange Zeit trübes, regneriſches Wetter — ſogenannten Landregen. Das iſt z. B. der Fall, wenn ſehr ausgedehnte Luftſtrömungen in verſchiedenen Richtungen über einander hingehen. Dann ſind aber die Gegenſätze niemals ſehr ſtark, und der

Regen ist daher nie sehr heftig. Heftiger ist er, wenn große Gegensätze sich auf einem kleinen Raume concentriren, wie bei Gewittern.

Am größten sind diese Gegensätze zuweilen in den heißen Klimaten, weshalb denn auch unsere Regen mit den tropischen sich oft gar nicht vergleichen lassen. Aus fünfjährigen Beobachtungen hat man z. B. gefunden, daß aller Regen und Schnee, welcher in Dresden niederfällt, wenn er nicht abflösse und verdunstete, jährlich im Durchschnitt eine 20½ Pariser Zoll hohe Wasserschicht bilden würde, während in Port Jackson einst in 24 Stunden eine 23 Zoll dicke Wasserschicht als Regen niedergefallen ist, und noch unlängst, am 16. Juli 1841, in 2½ Stunden 3 Zoll Regen fiel.

Wenn in den warmen Tagen des Frühjahrs oder Sommers die warme und feuchte Luft sich schnell erhebt, an irgend einer Stelle aber kalte Luft in sie eindringt, so beginnt sie schnell wieder herabzusinken, die höhere Luft fällt nach und mischt sich mit der unteren warmen. Nun erfolgen Niederschläge, und zwar um so häufigere, je mehr Feuchtigkeit die warme Luft enthält, es entsteht ein Platzregen oder Gewitterregen, dessen elektrische Phänomene ich hier unberücksichtigt lasse. Man sagt, im Frühjahr bringen die Gewitter Kälte. Die Thatsache ist richtig, aber der Ausdruck ist falsch. Nicht die Gewitter bringen die Kälte. Durch starken Sonnenschein haben wir heiße Tage; ein kalter Nordwest kommt in höheren Regionen herbei, es bilden sich Wolken und sie entladen sich, wenn der Vorgang energisch genug ist, in Gewittern. Bleibt an der Erdoberfläche noch warmer Wind, so steigt die Temperatur wieder, und die Ursache zur Gewitterbildung dauert fort, die Gewitter wiederholen sich. Dringt aber früher oder später der kalte Nordwest zu uns herab, so bringt er uns Kälte, nun folgt diese allerdings auf die Gewitter, obwohl sie eigentlich nicht die Wirkung, sondern die Ursache derselben war.

Gewitter sind, wie Sie wissen, elektrische Erscheinungen, Entladungen der Wolkenelektricität. Die positive Elektricität der Luft und der in ihr schwimmenden Wolken entspringt wahrscheinlich vorzugsweise aus der Verdunstung des Wassers der Erdoberfläche. Ueberall, wo nicht ganz reines, sondern kleine Quan-

titäten Salze enthaltendes Waſſer verdunſtet, ſteigt poſitive Elektricität mit den Dämpfen in die Luft, während negative auf der Verdampfungsfläche frei wird. Ganz unbedeutend ſind hiergegen jedenfalls die anderen Urſachen des Freiwerdens poſitiver Elektricität, wie der Verbrennungsproceß, der Keimungsproceß der Pflanzen u. ſ. w. Die freigewordene poſitive Elektricität ſammelt und häuft ſich in den Gewitterwolken, bis ihre Entladung durch Blitze erfolgt. Dieſe bewirken durch ſchnelle Veränderung des Luftdruckes den Donner, aus deſſen Dauer wir die ungefähre Blitzlänge und aus deſſen Zeitabſtande von der Lichterſcheinung wir die ungefähre Entfernung des Ausgangspunktes berechnen können, weil der Schall ziemlich eine Secunde braucht, um einen Weg von 1000 Fuß Länge zu durchlaufen.

Ich will mich aber bei dieſen Erſcheinungen, die, weil ſo auffallend, in jeder Schule beſprochen werden, nicht länger aufhalten, nur auf einen beſonderen Umſtand möchte ich Sie noch aufmerkſam machen, darauf nämlich, daß man in älteren Geſteinsſchichten noch nie die deutliche Spur eines Blitzes gefunden hat, während in dem aufgeſchwemmten Sandlande gar häufig ſogenannte, aus zuſammengeſchmolzenen Sandkörnern beſtehende Blitzröhren ausgegraben worden ſind. Sollten in früheren geologiſchen Perioden keine heftigen Entladungen der Luftelektricität ſtattgefunden haben?

Das maleriſche Phänomen der Wolkenbildung, was namentlich in den Abendſtunden unſerem Himmel oft einen zauberiſchen Reiz verleiht, iſt ſeinen beſonderen Urſachen nach noch wenig erkannt. Wohl hat man, Howard folgend, die Wolkenformen eingetheilt in Cirrus (Federwolken), Cumulus (Haufenwolken) und Stratus (Schichtwolken), ſowie in die Uebergangsformen: Cirrocumulus, Cirroſtratus, Cumuloſtratus und Nimbus. Aber die Urſachen dieſer Formen und ihrer Gruppirungen ſind nicht näher bekannt, wenn man auch weiß, daß Elektricität und Wind dabei wichtige Rollen ſpielen. Wenn Sie in eine Wolke eindringen, möge ſie nun eine äußere Geſtalt haben welche ſie wolle, ſo wird Ihnen dieſelbe allemal als formloſer Nebel erſcheinen, mit der einzigen Ausnahme, daß einige Wolken ſtatt aus Dunſtbläschen aus feinen Eiskryſtallen — aus Schnee beſtehen.

Regen [illegible] in der Luft getragen, da sie so
Geger [illegible] was viel schwerer ist, als Eis?
Gew [illegible] sehr künstliche Hypothesen zu beant-
[illegible] während ihre Lösung einfach darin liegt, daß
Kl [illegible] im Verhältniß zu ihrer aus Wasser
fi [illegible] dünnen Haut ein sehr großes Luftvolumen enthalten.
[illegible] nur sehr wenig schwerer als die sie umgebende
Sie sind deshalb nur sehr wenig schwerer als die sie umgebende
Luft. Der geringste Windhauch reicht hin, sie aufwärts, abwärts
oder seitlich zu bewegen, und sinken sie bei sehr ruhiger Luft
wirklich in die Tiefe, so gelangen sie in wärmere Regionen,
lösen sich hier in Dampf auf, steigen als solcher wieder auf
und werden abermals zu Wolken.

Das am wenigsten Erklärte bei dem ganzen Wolkenphänomen ist die Gestaltung der einzelnen Dunstbläschen, die in ihrer Form an die Zellen, diese Grundformen der organischen Körper, erinnern.

Fünfunddreißigster Brief.

Das organische Leben auf der Erde.

„Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen fremd, wenn das Wort Geschichte hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenwelt bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahneten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen."

v. H.

Von unserem Planeten kennen wir eigentlich nur die Region durch unmittelbare Beobachtung, in welcher sich das orga-

niſche Leben entwickelt hat. Es iſt das die Grenzregion der drei Aggregatzuſtände feſt, flüſſig und gasförmig, die ſich in allen Organismen verbunden finden. Was weit darüber und darunter liegt, iſt nur den Schlüſſen unſeres combinirenden Verſtandes zugänglich. Doch iſt es gerade der Menſch, als vollkommenſter Organismus, welcher die Grenzen ſeiner Wanderungen am weiteſten ausgedehnt hat, welcher am weiteſten gegen die Pole, am höchſten in die Atmoſphäre und am tiefſten in das Erdinnere eingedrungen iſt.

Die Frage: was iſt organiſches Leben? iſt noch nie genügend beantwortet worden, obwohl wir Alle recht gut wiſſen, was wir darunter verſtehen. Ein ganz allgemeiner Charakter der Organismen iſt es, daß ſie aus verſchiedenartigen zuſammengehörigen, von einander abhängigen Theilen beſtehen, welche beſtändigen Veränderungen unterworfen ſind, und zwar Veränderungen, deren Urſachen großentheils noch nicht erkannt, für unſere Auffaſſung noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gebracht ſind. Dieſer letztere Umſtand unterſcheidet die Organismen von dem Geſammtkörper der Erde, den allerdings manche Naturphiloſophen einen Organismus nennen. Auch im Erdkörper ſind vielartige Theile zu einem Ganzen verbunden, und die einzelnen Theile ſind beſtändigen Veränderungen unterworfen. Aber wir kennen die Urſachen dieſer Aenderungen. Gravitation, Wärme, chemiſche Verwandtſchaft u. ſ. w. verurſachen den Kreislauf des Waſſers und der Luft, die Auflöſungen und Niederſchläge u. ſ. w. Es iſt deshalb ſehr verkehrt, dieſe ihren nächſten Urſachen nach erkannten Erſcheinungen durch noch unerkannte in den organiſchen Körpern erklären zu wollen. Im Gegentheil, wir müſſen bemüht ſein, die Erſcheinungen des organiſchen Lebens möglichſt auf die bereits erkannten Geſetze der unorganiſchen Körper zurück zu führen, oder die für daſſelbe beſonderen aufzufinden.

Noch weit ſchwieriger als die ſcharfe Scheidung zwiſchen Unorganiſchem und Organiſchem iſt aber jedenfalls die ſcharfe Abtheilung einzelner Gruppen organiſcher Weſen. Schon allein die ſcharfe Sonderung zwiſchen Pflanzen und Thieren hat den Naturforſchern viele vergebliche Mühe gemacht. In der That ſind auch dieſe Abtheilungen nur begriffliche, in gewiſſem Grade

willkürliche. Es ist leicht, einen Baum als Pflanze zu erkennen, einen Löwen als Thier. Aber auf den niedersten Stufen der Organisation besteht zwischen diesen beiden sogenannten Reichen, dem Thier- und Pflanzenreiche, keine größere Kluft, als zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenarten.

Gar vielerlei Unterscheidungen hat man schon versucht, theils hergeleitet aus der chemischen Zusammensetzung, theils aus dem allgemeinen Baue, der inneren Organisation oder der Lebensweise. Aber keiner dieser Unterschiede für sich allein reicht aus.

Ich will Ihnen einige dieser Unterscheidungsmerkmale vorführen: In den Pflanzen finden wir nur Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff als ganz vorherrschende Bestandtheile, in den Thieren gesellt sich dazu auch der Stickstoff. — Die Pflanzen sind ohne sogenannte willkürliche Bewegung und ohne Empfindung an den Boden geheftet, die Thiere empfinden und bewegen sich meist frei, aber nicht alle, viele sitzen fest und wenden sich nur ihrer Nahrung entgegen, was in gewissem Grade auch die Pflanzen thun. — Die Pflanzen nehmen ihre Nahrung beinah mit ihrer ganzen Oberfläche auf, die Thiere meist nur durch eine einzige Oeffnung; das gilt jedoch wieder nicht für alle Thiere und für alle Nahrungsmittel. Luft und Wasser saugen auch die Poren der Haut ein. — Die Pflanzen nehmen aber nur solche Stoffe als Nahrung auf, welche sie wirklich zur Umwandlung in Pflanzenmasse verwenden, sie verdauen gewissermaßen äußerlich, während die Thiere durch den inneren Verdauungsproceß einen Theil der aufgenommenen Nahrung wieder ausscheiden. — Die Zeugungstheile der Pflanzen sind, wenn überhaupt vorhanden, weit vergänglicher als die der Thiere, die nicht nach jedem Gebrauche abwelken.

Sie sehen wohl, es giebt Unterschiede genug, aber sie sind alle nicht ganz scharf und für jeden Fall anwendbar. Lassen Sie mich darum versuchen, Ihnen noch einige in dem Gesetze der Individualisirung beruhende deutlich zu machen.

Organische Geschöpfe entstehen durch Individualisirung der Planetentheile, und zwar vorzugsweise solcher Stoffe, welche sich für gewöhnlich im flüssigen oder gasförmigen Zustande befinden. Eine Annäherung dazu findet schon im Mineral- oder Erdreiche

ſtatt. Der ganze Planet iſt ein großes Individuum, nur kein lebendes, jeder Waſſertropfen, jeder Kryſtall iſt ein kleines vom großen abhängiges. Unabhängiger ſind die Pflanzen, und noch mehr die Thiere. Wo ſich ein beſonderer Mittelpunkt der Schwere im Innern einer gleichartigen oder entſprechenden Maſſe bildet, da beginnt ein Individuum zu entſtehen; die niederſte Stufe der Individualiſirung bewirkt eine Kugel; man findet ſie im Tropfen (dem Bläschen, der Zelle). Die Theile des Tropfens ziehen ſich ſtärker an, als ſie von der Erde angezogen werden; ſie überwinden in gewiſſem Grade die Schwere. Aber die Erdanziehung modelt noch ihre Geſtalt; daher wird jeder Tropfen abgeplattet, wenn er aufruht, und in die Länge gezogen, wenn er anhängt. An die Kugelbildung ſchließt ſich die Kryſtallbildung unmittelbar an; es herrſcht hier nur ein Punkt der Anziehung vor, die Kryſtallaxen durchſchneiden ſich alle in einem Punkte, und alle einzelnen Theile ordnen ſich ſymmetriſch um dieſen Punkt; wenn ſie auch nach gewiſſen Richtungen, den Axenrichtungen der Kryſtalle, weiter hervortreten als dazwiſchen, ſo iſt doch der Werth dieſer Richtungen in Beziehung zum Planeten gleich, obwohl der gegenſeitige Werth der Axen kryſtallographiſch verſchieden iſt.

Wo die Anordnung der Theile von einem Punkte aus geſchieht, da kann auch keine normale Stellung der Individuen ſtattfinden. Beim Kryſtall iſt es daher gleichgültig, welche Seite nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet, und welche nach dem Weltraume gekehrt iſt. Kryſtalle ſtehen in Druſen, Gängen und Gebirgsarten nach allen Richtungen; die normale Stellung, welche ihnen der Kryſtallograph verleiht, iſt eine willkürliche, obwohl ſie zuweilen von der Natur gegeben zu ſein ſcheint, da z. B. die einaxigen Kryſtalle beſonders häufig mit der Hauptaxe normal gegen die Geſteinsoberfläche geſtellt ſind.

Mineralſpecies können zu gleicher Zeit in mehreren regelmäßigen äußeren Geſtalten auftreten; dadurch unterſcheiden ſie ſich weſentlich von allen organiſchen Geſchöpfen. Die Verwandlungen in der Zeit, welche bei den organiſchen Individuen ſtattfinden, ſind bei ihnen gleichſam im Raume an der Geſammtzahl gegeben; ihre regelmäßige Spaltbarkeit vertritt als ſtarre Textur den inneren lebenden Organismus, ſie bleibt ſich innerhalb jeder Art vollkommen gleich.

Die zweite Stufe der Individualiſirung iſt die um eine Linie herum, die gegen den Mittelpunkt der Erde geſtellt iſt. Dieſe Individualiſirung iſt den Pflanzen eigen; ihre Theile haben ſich ſo frei und unabhängig von der Anziehung der Erde gemacht, daß ſie ſich, der Richtung der Schwere entgegen, dem Lichte zu erheben; ſie ſind aber noch feſt am Boden und ſtehen durch die Wurzeln in unmittelbarer Verbindung damit, ſo daß ſie eine Circulation zwiſchen Erde und Luft, oder in einzelnen Fällen zwiſchen Erde, Waſſer und Luft herſtellen. Für ſchwimmende Pflanzen vertritt das Waſſer den Boden. Aus der linearen Entwickelung und dem ungleichartigen Wachſen nach Oben und Unten, läßt ſich für alle Pflanzen als ideale Geſtalt, in welcher alle die einzelnen Beziehungen enthalten ſind, die Eiform entwickeln. Das dicke Ende ſitzt im Boden, die Spitze iſt gegen den Himmel gekehrt; die dickſte Stelle entſpricht dem Knoten, von welchem aus Wurzeln und Stengel ſich trennen.

Die Theile der Pflanzen ſind ſymmetriſch um eine Linie geordnet, d. h. ſie breiten ſich um dieſe Linie herum nach allen Seiten auf gleiche Weiſe aus, ohne daß eine Seite einen Vorrang vor der anderen hätte; jede durch dieſe Linie gelegte Ebene theilt die Pflanze in zwei gleichbedeutende Hälften (dies zur Verdeutlichung des Wortes „ſymmetriſch"). Der Hauptſtengel iſt in der Regel die Verkörperung dieſer Linie, bei einer Pflanze deutlicher als bei der anderen, ſehr deutlich z. B. bei vielen Nadelholzarten; wird durch einen Zufall die Spitze gebrochen, ſo beugt ſich einer der oberen Aeſte aufwärts, bis er in die Axenlinie des Stammes gelangt iſt; von hier aus gerade in die Höhe ſteigend, vertritt er dann die frühere Spitze und wächſt in der Axenrichtung fort. Wo kein Hauptſtengel vorhanden iſt, muß man ſich jene Linie an ſeine Stelle denken; ſie zeigt gegen die Erde ein verſchiedenes Oben und Unten, aber (mit Ausnahme einiger für das Sonnenlicht ſehr empfänglicher Pflanzen) kein Hinten und Vorn, kein Rechts und Links. Dieſe planetariſchen Beziehungen ſind theoretiſch für ſich allein hinreichend, die Pflanze vom Mineral und vom Thier zu unterſcheiden; in Praxi reichen ſie aber nicht aus; man muß dann noch andere Merkmale wie die obengenannten zu Hülfe rufen, und dennoch fällt die Beſtimmung der Grenze oft ſchwer.

Die Pflanzen ſind dem Geſetze der Spiralbildung unterworfen, vielleicht eine Folge ihrer linearen Ausbildung und ihrer Befeſtigung am Erdboden; denn durch die Bewegungen der Erde um ſich und um die Sonne (welche letztere einem zweiten Pole der Pflanzen entſpricht), ſind Bedingungen gegeben, welche Spiralbildungen hervorrufen können. Wir finden ſie im Innern an den Spiralfaſern und außen an der Blattſtellung oder an der Windung der ganzen Pflanze entwickelt, welche letztere meiſt dem ſcheinbaren Laufe der Sonne folgt.

Der dritte Grad der Individualiſirung iſt der der Thiere; die Theile überwinden die Anziehung der Erde in noch höherem Grade und reißen ſich ſogar vom Boden los, indem ſie ſich *ſymmetriſch zu beiden Seiten einer beweglichen aufgerichteten Fläche* ordnen. Das entwickelte Nervenleben bringt dazu willkürliche Bewegung hervor.

Zwar ſind einige niedere Thiere noch an den Boden geheftet, dieſe Anheftung iſt aber gewiſſermaßen eine willkürliche; denn bei der Geburt ſind ſie frei.

Nur bei wenigen Thieren liegen auch die inneren Theile ſymmetriſch, oder vielmehr doppelt zu beiden Seiten einer Fläche; ſo bei den Terebrateln und dem Diplozoon, dieſem ſonderbaren Bewohner der Augen mancher Fiſcharten. Hier giebt es alſo kein verſchiedenes Rechts und Links, ſondern nur ein Oben und Unten, ein Hinten und Vorn. Der größte Theil der Thiere hingegen, beſonders alle höher entwickelten, zeigen im Innern (durch Lunge, Herz u. ſ. w.) ein verſchiedenes Rechts und Links, und nur die äußere Form iſt dann zu beiden Seiten jener Fläche, die Hinten, Vorn, Oben und Unten durchſchneidet, vollkommen gleichwerthig, wiewohl faſt nie wirklich gleich.

Je höher die Entwickelung der Thiere iſt, deſto höher tragen ſie den Centralpunkt des Nervenſyſtems, den Sitz des geiſtigen Lebens — das Haupt — der Menſch am höchſten, ſenkrecht über dem Fußpunkte.

Die niederen Arten aller drei Reiche nähern ſich einander, indem die freie Selbſtſtändigkeit der Individuen ſich immer mehr und mehr verwiſcht. Statt einzelner findet man zuſammengehörige Haufen von Individuen: im Irdreiche faſrige Kugeln (jede Faſer entſpricht einem Kryſtall) und dendritiſch pflanzen-

förmige Bildungen. Im Pflanzenreiche raſenförmige Zuſammenhäufung der Mooſe und Flechten. Im Thierreiche ſteinige Gehäuſe; baum-, ſtrauch- und pilzförmige Gruppirung der Zoophyten, pflanzenförmig um eine verticale Linie herum. Gewöhnlich bleibt dann das Zahlenverhältniß der Theile ein Unterſcheidungsmerkmal des Organiſchen vom Unorganiſchen. Das Geſetz der höheren Symmetrie verlangt eine ungleiche Zahl oder wenigſtens eine ungleiche Stellung der gleichen Theile, ſo daß einem der Theile nicht immer durch ſeine Beſchaffenheit, ſondern oft nur durch ſeine Stellung ein beſonderer Werth zukommt. Die Zahl 5 mit ihren Vervielfältigungen iſt die vorwaltende in der organiſchen Welt; ſie zeigt ſich am Menſchen, an den Thieren und an den Pflanzen von beſonderem Werthe. Die geraden Zahlen gehören mehr den unorganiſchen Körpern, den Kryſtallen an; es entſteht durch ſie eine ſteife Symmetrie, die dem Auge für die Länge der Zeit nicht gefällig ſein kann, ſowie eine vollkommen ſymmetriſch gebaute Stadt nur für den erſten Augenblick einen angenehmen Eindruck macht, dann aber langweilt.

Die niederen Thiere und Pflanzen weichen ferner häufig von der normalen aufrechten Stellung ab, und nähern ſich dadurch den Individuen des Irdreiches; dies thun ſie jedoch nur dann, wenn ein großer Körper ihnen die Stelle des Erdkörpers vertritt, wenn z. B. Flechten oder Mooſe an einen ſteilen Felſen geheftet ſind, oder wenn ſie auf einer Pflanze, einem Thiere als Schmarotzergeſchöpfe leben. Es iſt dann der Gegenſtand, den ſie bewohnen, für ſie daſſelbe, was für die anderen der Erdkörper iſt.

Manche niedere Thiere (die einſchaligen Mollusken z. B.) nähern ſich den Pflanzen durch Spiralbildung; in ihnen iſt die ſymmetriſche Fläche keine Ebene, ſondern ſpiralförmig gewunden.

Wie überhaupt in der Natur Alles einer gewiſſen Stufenreihe unterworfen iſt, ſo ſind es auch die einzelnen Geſchöpfe in den drei Reichen, und dieſe drei Reiche ſelbſt, ſie ſchließen ſich durch vermittelnde Glieder innig an einander an. Die Eintheilung aller geformten Geſchöpfe in Thiere, Pflanzen und Mineralien iſt eine rein menſchliche Satzung, zu welcher jedoch ſehr triftige Gründe hinleiteten; wir haben ſie von den älteſten

Naturforschern ererbt und finden sie noch heute sehr passend, wiewohl jene leichten und scharfen Grenzen der früheren Zeit, besonders die zwischen Thier und Pflanze, immer mehr verschwinden, je genauer wir die niederen Organisationsstufen kennen lernen. Auf den höheren Stufen der Organisation sind Thiere, Pflanzen und Erde (Mineralien) scharf getrennt, sowie hier auch die einzelnen Arten sich entfernter stehen, und selbst die Individuen ein und derselben Art schon gewisse unterscheidende Charakterzüge annehmen, die bei den niederen Geschöpfen nicht wiederzufinden sind. Jeder Mensch ist vom anderen zu unterscheiden, schwerer schon ein Adler vom anderen, noch schwerer ein Regenwurm vom anderen. Zwei gleich alte Eichen werden nie ganz gleich sein, weit schwerer dürfte es sein, zwei Pilze einer Art und eines Alters von einander zu erkennen. So endlich ist die Wahrscheinlichkeit weit größer, daß man zwei gleich große einaxige Krystalle derselben Art von einander unterscheiden könne, als zwei gleich große tesserale Gestalten derselben Species.

Auch durch die einzelnen Theile und Lebensstadien der Geschöpfe findet eine Annäherung der drei Reiche statt. Noch kürzlich hat Unger gefunden, daß die Fructificationen einer gewissen Wasserpflanze eine Zeit lang thierisches Leben zeigen, und unverkennbar ist es, daß die am höchsten entwickelten Theile einiger Pflanzen im Aeußern eine gewisse Annäherung zur Thierform zeigen, so z. B. die meisten Dicotyledonenblätter in geringerem, und die sogenannten Schmetterlingsblüthen in höherem Grade. Man kann an ihnen außer dem Oben und Unten wie bei den Thieren auch ein Hinten und Vorn unterscheiden. Dies stört aber die Gesammtform der Pflanze keineswegs, denn zur Axenlinie des Stammes verhalten sich diese Theile noch auf allen Seiten gleich. So finden sich auch an einigen einaxigen Krystallen gewisse Flächen, welche an die Spiralbildung der Pflanzen erinnern, es sind dies die bald rechts, bald links aufsteigenden Trapezoederflächen, z. B. am Quarz, und mehrere Flächen des monoklinometrischen und triklinometrischen Krystallsystems.

Als Resultat der Untersuchungen über den Unterschied der äußeren Formen ergiebt sich unter Anderem auch folgende Gleichung: es verhalten sich die äußeren Gestalten der vielaxigen

Kryſtalle zu denen der einaxigen Kryſtalle, zu denen der Pflanzen, zu denen der Thiere wie die Kugel zum Sphäroid, zur Eiform, zur plattgedrückten Eiform mit einem verſchiedenen Vorn und Hinten (d. i. Bohnenform). Es findet alſo, je höher die Grade der Organiſation ſind, eine um ſo höhere Modulation der Kugelform ſtatt.

Weit ſchärfer als die ſogenannten drei Reiche und die großen Abtheilungen in denſelben ſind die Arten geſondert. Ein berühmter Naturforſcher ſagte zwar: „Die Natur macht keine Sprünge." — Das iſt aber nur ſcheinbar, nicht wirklich wahr. Es ſcheint nämlich wahr, inſofern alle Formen und alle Vorgänge in der Natur dem menſchlichen Ueberblicke Uebergänge zeigen und die heterogenſten Geſtalten durch eine Menge Zwiſchenſtufen mit einander verbunden ſind. Aber es bleiben in der Regel ſcharfe Grenzen oder Sprünge zwiſchen ihnen. Die Arten (Species) ſind ſcharf geſondert, ſo ſehr auch alle höheren Abtheilungen (Genera, Ordines, Classes u. ſ. w.) verſchmelzen.

Zwiſchen wirklich verſchiedenen Arten iſt bis jetzt noch nie ein eigentlicher Uebergang beobachtet worden, ja es unterſcheiden ſich dieſelben ſogar in allen ihren kleinſten Theilen; der kleinſte Theil des Kryſtalls an dem Winkel ſeiner Spaltbarkeit, der Hobelſpahn an der Textur ſeines Zellgewebes; das einzelne Haar, oder der kleinſte Splitter eines Zahnes, reichen hin, um durch mikroſkopiſche Unterſuchung eine Thierart wieder zu erkennen. So durch und durch ſind die einzelnen Arten verſchieden, obwohl wir vielleicht annehmen müſſen, daß ſie hiſtoriſch aus einander hervorgegangen ſind.

Man ſpricht viel von höherer und niederer Organiſation. Die einfachere pflegt man die niedere, die mannichfaltigere die höhere zu nennen. Im Menſchen findet ſich die mannichfaltigſte, er iſt der auf der Erde bis jetzt äußerſte Grad der Vollendung — der Schlußſtein der organiſchen Schöpfung.

Ich habe Ihnen im 24. Briefe Einiges über die Reihenfolge geſchrieben, in welcher die organiſchen Formen nach einander auf der Erde entſtanden ſind. Wir erkannten darin eine allmälige Entwickelung vom Niederen zum Höheren. Aber wie die einzelnen Organismen, d. h. die erſten Indi-

viduen jeder Art entstanden, das ist noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Wenn Sie für jede besondere Form an den Schöpfer der Welt appelliren, so heißt das den Knoten durchhauen, aber nicht lösen. Sie setzen dann eine *Annahme* an die Stelle einer *Erklärung*, eben weil Ihnen die letztere fehlt.

Schon vielfach ist von wahren Naturphilosophen die Meinung ausgesprochen und durch Gründe vertheidigt worden: *die verschiedenen organischen Formen seien durch allmälige Entwickelung aus einander hervorgegangen*. Noch ganz neuerlich hat ein ungenannter Engländer in dem Buche Vestiges of the Natural History of Creation diese Ansicht sehr geistreich zu begründen gesucht, und in der That, sie hat viel für sich, wenn sie auch der Natur der Sache nach noch lange eine bloße Hypothese bleiben wird. Das Gesetz der Organisation der Materie ist bis jetzt überhaupt noch nicht gefunden, seine Resultate sind, wie gesagt, noch nicht in den Kreis des Nothwendigen gezogen. Nehmen wir aber einstweilen an, daß ein solches die Materie beherrschendes Gesetz besteht, daß gewisse Stoffe unter gewissen Umständen zu organischen Formen zusammentreten, so wird die specielle Mannichfaltigkeit dieser Stoffe und Umstände auch die Mannichfaltigkeit der Formen bedingen und sich in ihnen abspiegeln. Unter den einfachsten äußeren Umständen werden die einfachsten, ihnen anpassenden organischen Formen entstanden sein, und wie sich die Umstände änderten und vervielfältigten, so änderten und vervielfältigten sich nach und nach auch die organischen Formen. Wir dürfen dabei nie vergessen, daß die Zeiträume unbegrenzte sind. Wenn auch, so lange der Mensch auf der Erde beobachtet, noch nie recht deutlich die Entstehung einer *ganz neuen Art* nachgewiesen worden ist, so entstanden doch in diesem verhältnißmäßig kurzen Zeitraume schon häufig den besonderen Umständen entsprechende Varietäten (Abarten, Racen), welche zum Theil schon beinahe besondere Arten genannt werden können.

Zur ungefähren Bestimmung des Alters der Erde sind so wenig Anhaltepunkte gegeben, daß man kaum irgend ein Urtheil darüber zu fällen vermag. So viel läßt sich aber, wenn man nur irgend auf Analogie bauen darf, mit Sicherheit nachweisen,

daß der Zeitraum, in welchem die Erde von Menschen bewohnt wird, beinah unendlich klein ist gegen den ihres Bestehens als Weltkörper. Wir müssen darum bei Beurtheilung geologischer Vorgänge jeden Begriff von Zeit in Voraus verbannen; ob ein Tag oder ob Millionen Jahre zu Erklärung irgend einer Erscheinung nöthig sind, darf keinen Einfluß auf unser Urtheil über dieselbe haben.

In geschichtlicher Zeit hat die Erdoberfläche nicht eine einzige Hauptveränderung erlitten; kaum ein Paar Thierarten sind ausgestorben oder neu entstanden; die mittlere Temperatur des Erdkörpers ist, wie wir durch die scharfsinnigen Berechnungen von Laplace und Fourier wissen, seit Hipparch's Zeiten, also seit mehr als 2000 Jahren, nicht um einen einzigen Grad (höchstens um $^2/_{100}$ eines Thermometergrades) verringert worden; nur wenige Vulkane sind erloschen, nur wenige neu entstanden.

Wenn man dagegen das vergleicht, was uns die Geognosie über die präadamitische Zeit schließen läßt, über die Zeit, aus welcher wir weder fossile noch andere Menschenüberreste kennen, so ergiebt sich ein Verhältniß, welches dem einer Stunde zu einem Jahrtausend ähnlich sein mag. Ganze organische Schöpfungen sind zu wiederholten Malen ausgestorben und von Gebirgsschichten bedeckt worden; die mittlere Temperatur an der Erdoberfläche ist von dem Schmelzgrade aller Stoffe, etwa 2000 bis 3000°, auf ungefähr 12° herabgesunken; hunderttausende von Bergen, die den heutigen Vulkanen entsprechen, sind empor gehoben und erkaltet, ganze Oceane von einer Stelle zur anderen versetzt worden.

Ein Blick in diesen unermeßlichen Zeitraum, der sich hier dem menschlichen Geiste öffnet, gleicht der Anschauung des gestirnten Himmels, wo immer eine Welt hinter der anderen hervorleuchtet.

Beispielsweise will ich Sie nur an einige der Umformungen organischer Wesen erinnern, welche sicher in historischer Zeit stattgefunden haben und welche zum Theil beinah als neue Artenbildungen betrachtet werden können. Ich erinnere Sie da an die meisten unserer Obstsorten und Hausthiere, die zum Theil von ihren bekannten Urformen gänzlich abweichen und für welche zuweilen die Urformen noch gar nicht sicher haben wieder erkannt

werden können. So ist es unsicher, ob unser gemeines Schaf von dem Mufflon (Ovis Musmon) oder von dem Argali (Ovis Ammon) abstammt.

Daß stets und überall die organischen Formen sich den äußeren Lebensumständen entsprechend entwickelt haben, ist eine merkwürdige Thatsache, die, wenn wir sie nach menschlicher Weisheit beurtheilen dürften, den höchsten Grad aller Weisheit voraussetzen ließe. Aber menschliche Weisheit ist eben auch nur ein Product der Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde.

Daß das Pferd den festen Sandboden mit hartem Hufe stampft, der Kernbeißer einen dickeren Schnabel hat als der Mückenfänger, daß der Fisch Flossen, der Vogel Flügel hat; alles das sind zu gewöhnliche Erscheinungen, als daß sie noch unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen vermöchten, und doch sind es eben so merkwürdige Thatsachen, als die einzelnen ungewöhnlicheren Erscheinungen, die wir zuweilen bewundern und in denen man geneigt ist, ganz specifische Beweise höchster Weisheit des Schöpfers zu erblicken. Einen solchen ganz besonderen Fall erzählt Darwin von den Keeling Inseln, und ich kann mich nicht enthalten, Ihnen denselben zu wiederholen. Es lebt auf diesen Inseln eine sehr große Krebsart (Birgos latro), die sich von Kokosnüssen nährt. Das vordere Paar Beine endigt bei dieser Krabbe in sehr starke und schwere Scheeren, und das letzte Paar in andere, die sehr kurz und schwach sind. Auf den ersten Anblick sollte man es für ganz unmöglich halten, daß ein Krebs eine starke, mit ihrer Hülle bedeckte Kokosnuß öffnen könne. Aber man hat die Operation oft beobachtet. Das Thier fängt damit an, eine Faser nach der anderen von der Hülle zu zerreißen, und immer an dem Ende, unter welchem die drei Augenlöcher der Nuß liegen. Wenn es damit fertig ist, fängt es an, mit den schweren Scheeren auf eins der Löcher zu hämmern, bis es eine größere Oeffnung geschlagen hat. Dann dreht es sich herum und zieht mit Hülfe der hinteren schmalen Scheeren den albuminösen Kern heraus um ihn zu fressen. Das ist gewiß ein höchst merkwürdiger und besonderer Fall von Instinkt sowohl, als von Anpassung des Körperbaues für den besonderen Zweck. Woher weiß

das Thier, daß es nach mühevoller Arbeit einen süßen Kern findet, und auf welcher Seite der Nuß sich die Löcher befinden? Wodurch ist diese eigentlich für das Wasser geschaffene Thierart, wenn man so sagen darf, zuerst auf den Gedanken gekommen, eine Kokosnuß zu öffnen? — Aber ist es nicht im Grunde mit jedem sogenannten Instinkt derselbe Fall!

Wenn Sie nun bedenken, daß diese Koralleninseln, denn solche sind es, offenbar erst in einer geologisch neuen Periode als solche hervorgetreten sind und daß die Palmenvegetation wieder erst weit später sich auf denselben entwickeln konnte, so drängen sich Ihnen gewiß die Fragen auf: hat hier eine früher schon im Meere existirende Krebsart an dem Leben auf dem Lande und an dem Genuß von Kokosnüssen Gefallen gefunden und deshalb durch Tausende von Generationen hindurch ihre ganze Organisation nach und nach so abgeändert, daß sie jetzt dazu geeignet ist, die Nüsse mit verhältnißmäßiger Leichtigkeit zu verzehren? oder ist durch einen besonderen Schöpfungsact für diesen besonderen Zweck ein dazu eingerichtetes Thier erschaffen worden? — Sie sehen wohl, solche Fragen können nicht direct beantwortet werden, aber zu bedenken gebe ich Ihnen die Tausende von minder auffallenden, aber doch analogen Fällen, in welchen die Organisation der Thiere offenbar ganz nach und nach durch Uebung für einen bestimmten Zweck sich abändert, wie der Windhund eine ganz andere Gestalt angenommen hat als der Dachs- oder Fleischerhund, das Rennpferd eine andere als das Frachtpferd. Die Unterschiede beruhen hier vielleicht nur in der Zeit, und ist diese groß genug, so sondert sich nach Tausenden von Annäherungsformen eine dem neuen Zwecke ganz entsprechende Art als selbstständig ab.

Im innigen Zusammenhange mit der Frage über Entstehung der einzelnen organischen Formen steht die vielbesprochene Frage der Urzeugung (Generatio aequivoca oder spontanea), der Zeugung ohne Aeltern. Ob eine solche überhaupt stattfinde oder nicht, kann ebenfalls durch directe Beobachtung nie entschieden werden, aber die meisten besonderen Fälle, welche man nur durch sie erklären zu können glaubte, haben durch gründlichere Beobachtung eine den gewöhnlichen Vorgängen entsprechende Erklärung gefunden.

Iſt es richtig, daß die einzelnen organiſchen Formen durch Einwirkung veränderter äußerer Lebensumſtände ſich auseinander entwickelt haben, dann iſt dies auf's Neue ein Grund gegen die Urzeugung einzelner Individuen, und die Beiſpiele, welche man für ſie angeführt hat, die Entſtehung beſonderer neuer mikroſkopiſcher organiſcher Formen auf oder in Producten der menſchlichen Induſtrie, wie Wein, Bier, Eſſig, gewiſſen Medicinen u. ſ. w., iſt dann nichts weiter als die Umbildung urſprünglich etwas anderer Formen durch die ſehr veränderten äußeren Lebenselemente — eine neue Artenbildung, aber nicht eine älternloſe.

Iſt die Vorausſetzung der allmäligen Entwickelung richtig, ſo haben wir den Menſchen als die höchſte Entwickelungsſtufe der Organiſation zu betrachten, wir können aber nicht wiſſen, was für ein begabteres Weſen aus einer ferneren vieltauſendjährigen Entwickelung noch hervorgehen wird. Daß auch der Menſch ſich beſtändig veredelt hat und noch veredelt, unterliegt gar keinem Zweifel, mögen nun die Verächter des Menſchengeſchlechtes und ſeiner Geſittung ſagen was ſie wollen. Die ganze Weltgeſchichte lehrt es. Fähigkeiten, Kenntniſſe und Moralität nehmen zu. Den ſchlagendſten Beweis dafür liefert das beginnende und fortſchreitende Erkennen der Weltgeſetze. Ein Erkennen, von dem man vor 1000 Jahren noch keine Ahnung hatte, ein Erkennen, welches für die Geſammtheit des Menſchengeſchlechtes nie wieder verloren gehen kann. Aber örtliche und periodiſche Rückſchritte ſind von jeher eingetreten. Einzelne Stämme *blieben zurück* in ihrer Entwickelung oder *gingen zurück* durch Krieg oder gewaltige politiſche Revolutionen. Nie aber die Menſchheit im Ganzen. Dieſes theilweiſe Zurückbleiben oder Zurückſchreiten, bedingt durch klimatiſche Verhältniſſe oder durch ſociale Ueberſtürzungen, iſt vermuthlich die Urſache des Unterſchiedes der Racen geworden, und etwas Aehnliches kann die Urſache des Unterſchiedes aller organiſchen Formen (Thier- und Pflanzenſpecies) ſein, wenn wir, wie es der Fall iſt, einen ganz unbeſchränkten Entwickelungszeitraum annehmen dürfen.

Die Mannichfaltigkeit der äußeren Erdverhältniſſe und der Stoffverbindungen hat alſo nach dieſer Theorie die Mannichfaltigkeit der einzelnen Organismen bedingt, und beide haben beſtändig zugenommen. Wir dürfen aber dabei auch den Um-

ſtand nicht unbeachtet laſſen, daß zwiſchen den einzelnen Arten in der That ſcharfe Trennungen, wahre Sprünge vorhanden ſind. Man kann, wie geſagt, jedes Thier aus dem Bau eines Zahnſplitters oder eines Haares erkennen. So conſequent ſind die Arten durch und durch verſchieden. Wenn ſie ſich daher aus einander entwickelt haben, ſo müſſen gewiſſe Familien derſelben Art durch viele Generationen, beſtimmten äußeren Bedingungen entſprechend, ſtehen geblieben ſein oder ſich auf beſondere Weiſe entwickelt haben, wodurch dann endlich aller Uebergang zwiſchen ihnen verwiſcht wurde.

Der berühmte Chemiker Mulder ſagt: „Die Moleküle der im organiſchen Reiche vorkommenden Stoffe, Kohlen-, Waſſer-, Sauer- und Stickſtoff, ſcheinen unerſchöpflich in dem Vermögen ſich zu vereinigen; die Zahl ihrer Verbindungen iſt unendlich groß. Dieſes Vermögen beſitzen die Grundſtoffe und empfangen es nicht erſt in dem Pflanzen- und Thierkörper; hier wird es nur geweckt."

Es mag Ihnen vielleicht bedenklich, wenn nicht gar frevelhaft erſcheinen, daß die Naturforſcher ſich überall bemühen, an die Stelle der perſönlichen Thätigkeit eines Schöpfers eine naturgeſetzliche Entwickelung zu bringen. So lange das die ſogenannte todte Welt betraf, in welcher die geſetzliche Ordnung bereits unzweifelhaft iſt, ließen Sie ſich das noch gefallen, weil ſich eben gar nichts dagegen einwenden läßt. Daß man aber jetzt auch das Lebendige und das Geiſtige ſolchen Geſetzen unterordnen will, das erſcheint Manchem gottesläſterlich, wie vor einigen hundert Jahren aſtronomiſche Entdeckungen für ketzeriſch gehalten wurden. Ich begreife dieſen Standpunkt recht wohl, er iſt ein kindlicher. Der Menſch mag ungern die früh eingeimpfte Idee aufgeben, daß ein ihm einigermaßen ähnliches und vergleichbares Weſen die Welt erſchaffen habe und beherrſche. Es iſt das eine Idee, die außer der menſchlichen Eitelkeit gar viele edle Gefühle befriedigt, und die in der Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechtes eine große, eine wichtige Rolle geſpielt hat, bei den Stämmen, die hinter uns zurück ſind, auch noch lange ſpielen wird. Vor den Augen des Naturforſchers löſt ſich aber ein ſolches von Dogmen umgrenztes perſönliches Weſen, in eine weit erhabenere unbegreifliche Grundurſache aller Dinge auf.

Wäre die Moralität der Menſchen in der That nur an den Glauben an eine beſtimmte dogmatiſche Gottesidee geknüpft, wie es Manche behaupten, dann wäre das Studium der Naturwiſſenſchaften wirklich gefährlich zu nennen, denn es wird nie mit dem dogmatiſchen Glauben Hand in Hand gehen. Aber die Moralität iſt ſo ſehr an den Entwickelungsgang der Menſchheit geknüpft, daß, wenn man von vereinzelten Rückſchritten abſieht, ihr beſtändiger Fortſchritt unverkennbar iſt.

Sechsunddreißigſter Brief.

Infuſorien und Korallen.

„Seitdem ich in den Anſichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organiſchen Formen nach Maßgabe der Tiefe und Höhe geſchildert habe, iſt unſere Kenntniß auch in dieſer Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „„über das Verhalten des kleinſten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eiſe der Polarländer““ auf eine überraſchende Weiſe, und zwar nicht durch combinatoriſche Schlüſſe, ſondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebensſphäre, man möchte ſagen der Horizont des Lebens, hat ſich vor unſeren Augen erweitert.“

v. H.

Die kleinſten Thierformen gerade ſind es, welche die größten äußeren Lebenshinderniſſe am ſiegreichſten bekämpfen. Mit unbewaffnetem Auge nicht unterſcheidbare Thierchen beleben das Eis der Pole, wie den Firn der höchſten Gebirge; zarte Zoophyten trotzen den heftigſten Wogen und bauen mitten im großen Ocean ihre zierlichen Gehäuſe auf, in ſolcher Ausdehnung und von ſolcher Dauer, daß ſie dem Menſchen ein Wohnplatz werden.

Sie haben von dem ſogenannten rothen Schnee geleſen, der in hohen Gebirgen wie an den Polen ſich entwickelt und kleinen prachtvoll gefärbten Pflänzchen (Sphaerella nivalis), die zwiſchen den Eiskörnchen keimen, ſeine Färbung verdankt. Dieſe rothen Pflänzchen werden zuweilen von Infuſorien gefreſſen, die dann auch roth erſcheinen und die man deshalb zuweilen

für die ursprüngliche Ursache des rothen Schnees gehalten hat. Ebenso haben Sie von äußerst kleinen Thierchen gelesen, die man lebend in dem Eise der Polarmeere, wie in dem Wasser dieser Meere aufgefunden hat. — Was dabei besondere Aufmerksamkeit erregen muß, ist die Frage: in welcher Weise sie ihre Nahrung beziehen, und welcher Art dieselbe ist? Sind es überall kleine in Schnee und Eis wachsende Algen wie die Sphaerella nivalis, oder in Wasser gelöste Theile verwester größerer Organismen? Oder sollten wir annehmen können, daß diese Anfänge der Thierwelt wie die Pflanzen ihre Nahrung auch unmittelbar aus der anorganischen Welt aufnehmen, sei es nun im gasförmigen, flüssigen oder staubartigen Zustande?

Die Infusionsthierchen, diese kleinsten Organismen, die das Weltmeer in unglaublicher Zahl bevölkern, sind für die größeren Bewohner des Meeres, von denen sie in unermeßlichen Quantitäten verschlungen werden, wahre Träger des Nahrungsstoffes, sie machen das Wasser an jedem Orte nahrhaft, doch dürfen Sie sich deshalb nicht scheuen, aus einer klaren und kühlen Quelle zu trinken, denn gerade da sind sie nicht. Diese köstliche Labung des Menschen ist frei von unappetitlichen Formen. Uebrigens aber sind sie die breite Grundlage der Organisation des Wassers, wie das die Pflanzen für die Geschöpfe des Landes sind. Wo sie einmal heimisch sind, da vermehren sie sich in solcher Ausdehnung, daß ihre kleinen aus Kieselerde oder kohlensaurem Kalk bestehenden Schalen von jeher durch ihre Anhäufung Gesteinsablagerungen gebildet haben, wiewohl ihre Formen nur in den neueren derselben noch erkennbar sind. Sogar in den Aschenauswürfen der isländischen Vulkane hat Ehrenberg Infusorienschalen gefunden, doch glaubt Bunsen, daß sie nicht aus den Vulkanen, sondern aus großen Sümpfen abstammen, aus denen sie vom Winde aufgeweht und mit der Asche vermischt wurden.

Was die Felsbildung betrifft, so wetteifern mit den Infusorien die Korallen, nur sind sie auf eine kleinere Zone der Erde beschränkt. Aber ihre Bauten sind so merkwürdiger Art, daß Ihnen eine kurze Schilderung derselben gewiß nicht unwillkommen sein wird.

Gewisse Zoophyten, namentlich aus den Gattungen Mille-

pora, Aſtrea, Mandrina und Caryophylla, leben geſellig, dicht gedrängt neben einander, ja auf einander, und ihre kalkigen Gehäuſe, die Korallen, bilden ſteinige Ueberzüge des Meeresbodens, ſogenannte Korallenbänke oder Korallenriffe, welche durch dieſe Thiere aus einer mäßigen, 100 Fuß nicht viel überſteigenden Tiefe bis zu der Oberfläche des Meeres aufgebaut werden, und zwar, wie es ſcheint, meiſt in der Weiſe, daß in den verſchiedenen Tiefen und Localitäten ſich verſchiedene Korallenarten entwickeln.

Dieſe Riffe bildenden Korallen ſind gegenwärtig auf die Aequatorialzone, zwiſchen 32° nördlicher und 29° ſüdlicher Breite beſchränkt, und bedürfen zu ihrem Gedeihen einen nicht tiefen, feſten Boden, bewegtes und Nahrung zuführendes kalkhaltiges Meerwaſſer. Die Ablagerung ſchlammiger oder ſandiger Niederſchläge iſt ihrem Leben durchaus hinderlich.

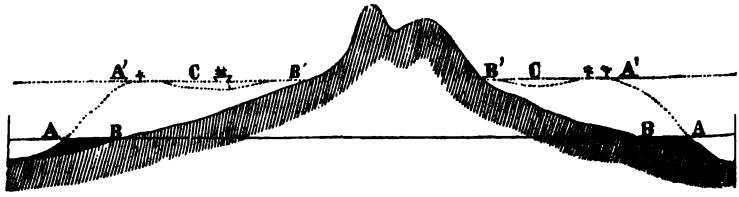
Aus früheren Schöpfungsperioden finden wir die Ueberreſte ganz ähnlicher Korallenbauten viel weiter gegen die Pole hin. Ein beſonders auffallendes Beiſpiel hiervon liefern die Korallenfelſen (coral rags) der engliſchen Juraformation und die Korallenkalkſteine der Grauwackengruppe in Skandinavien und Nordamerika, während in dieſen Breiten jetzt nirgends riffebauende Korallen angetroffen werden.

Im großen Ocean, im indiſchen Ocean und im rothen Meere ſind die Korallenriffe und Inſeln ganz beſonders häufige Erſcheinungen. Von keinem Naturforſcher ſind ſie gründlicher unterſucht und beſchrieben worden, als von C. Darwin[8]). Er unterſcheidet: eng an die Küſten anſchließende Riffe (Fringing reefs), die Küſten in einiger Entfernung parallel umgebende Riffe (Barrier reefs) und Korallen-inſeln (Atolls, lagoon islands, Ringinſeln). Die erſteren ſind nach ihm die natürlichen Anfänge der übrigen. Die Korallen beginnen ihren Bau ſtets nur an felſigen Meeresküſten, wo die äußeren Bedingungen ihnen günſtig ſind, und wo ſie namentlich durch einmündende Flüſſe nicht geſtört werden.

Solche Küſtenriffe findet man häufig im rothen Meere, an der Oſtküſte Afrika's, an den Küſten Madagascars, Sumatra's, der Philippinen, Salomons-Inſeln, Hebriden und Antillen, und wahrſcheinlich iſt der flache Meeresboden oft auf große

Strecken von ihnen überzogen. Ueberall aber, wo Flüſſe in das Meer münden oder andere Umſtände den Korallenbau beeinträchtigen, da ſind dieſe Riffe durch offene Canäle unterbrochen. Werden nun aber ſolche Küſtengegenden, an welche die Zoophyten ihre ſteinigen Gehäuſe angebaut haben, durch vulkaniſche Thätigkeit allmälig oder plötzlich gehoben, ſo kommen dadurch die Korallenbauten zum Theil oder ganz über den Waſſerſpiegel, die Thiere ſterben und man findet die angefangenen Riffe auf trockenem Lande, wie das in einzelnen Theilen der oben genannten Gegenden häufig der Fall iſt. Sie liefern dadurch einen deutlichen Beweis für die Hebung großer Erdkruſtentheile.

Ganz anders iſt das Reſultat, wenn Küſtenſtriche oder Inſelgebiete, in welchen Korallenbauten erfolgen, einer langſamen Senkung unterworfen ſind. Denken Sie ſich z. B., es ſei x ein Korallenriff, welches eine hier im Querſchnitt dar-



geſtellte Inſel umgiebt. Daſſelbe reicht bis zu dem Meeresſpiegel A B empor. Nachdem es aber ungefähr dieſe Höhe erreicht hat, ſinkt die Inſel mit dem benachbarten Meeresboden ſo tief unter den Meeresſpiegel, daß dieſer nun bis A' B' reicht; auf dieſe Weiſe wird es den Korallen möglich, höher und bis zum neuen Meeresſpiegel aufzubauen, da aber immer den äußeren Korallen durch die Brandung des Meeres mehr Nahrung zugeführt wird als den inneren in der Nähe der Inſel, ſo erhält das Riff dadurch die in der obigen Zeichnung punktirte Form; es wird dadurch ein der Küſte paralleles Riff, zwiſchen welchem und der Inſel das Meer oft ſo tief iſt, daß große Schiffe durch einzelne Oeffnungen des concentriſchen Riffs eindringen und zwiſchen dem Riff und dem Lande ankern können. Darwin hat von ſolch einer Inſel (Bolabola in der Südſee), welche von einem mit Palmen bewachſenen Korallenriff umgeben iſt, die nachſtehende nette Zeichnung geliefert.

Wenn nun eine solche Insel mit ringförmigem Korallenriff fortwährend niedersinkt, so werden endlich die Meereswogen über ihrem Felsengipfel zusammenschlagen, und wenn das Sinken langsam genug erfolgt, um den Korallen ein beständiges Nachwachsen zur Oberfläche zu gestatten, so wird aus der Felsinsel eine ringförmige Koralleninsel, ein Atoll, ein flacher Landring, der eben nur über den Meeresspiegel emporragt und ein kreisförmiges Meeresbecken umschließt. Darwin hat als Beispiel

hierfür die Whitsunday Insel abgebildet, und den Vorgang des Sinkens und Aufbauens wird Ihnen die folgende Skizze am besten verdeutlichen, wenn Sie dabei x als das Korallenriff im Zustande eines Parallelriffs betrachten wollen, wie es S. 272

punktirt als zukünftig dargeſtellt iſt. Hier iſt nun A
künftige Höhe deſſelben, nachdem die Felſenſpitze der
dem umgebenden Riff allmälig ſo tief unter den Me
geſunken iſt, daß dieſer der punktirten Linie gleicht. I
Felſengipfel iſt dann ein kreisförmiges Waſſerbecken e
weil ſtets die äußeren Korallen, durch die Brandung b
ſchneller empor wachſen, als die inneren, die, wenn d
ganz geſchloſſen iſt, überhaupt nicht mehr nachwachſe
Solche ringförmige oder kreisförmige Inſeln, die eber
Meeresſpiegel überragen, ſowie einzelne von Parallel
gebene Felsinſeln finden ſich zu vielen Tauſenden in
Regionen des ſtillen und des indiſchen Oceans. Di
ſten der hierzu gehörenden Inſelgruppen ſind im
Meere die Laccadiven, Maldiven, Lagos und Sava d
im ſtillen Ocean die Carolinen, Marſhal-Inſeln,
Inſeln, Societäts-Inſeln und die niederen Inſeln.
men mit ihren Zwiſchenräumen außerordentlich große
räume ein; ſollten ſie ſpäter einmal durch Wande
vulkaniſchen Thätigkeit mit ihrem Grunde über den
ſpiegel erhoben werden, ſo müßten ſie eine über Tau
Quadratmeilen verbreitete, ziemlich gleichmäßige Koral
tion darſtellen, deren einzelne iſolirte Emporragun
leicht für Ueberreſte eines urſprünglich über den ga
chenraum hin zuſammenhängenden ſehr mächtigen Lage
könnte, was ſie jedoch nie waren. Vor ſolchem Irrth
den wir uns demnach auch bei Beurtheilung vorweltl
rallenriffe zu hüten haben, deren Analogie mit den
noch nicht hinreichend unterſucht und gewürdigt worde

Man hat lange die wunderbare Erſcheinung dieſ
und meiſt ringförmigen, oft wieder in Kreiſe geordnete
nicht zu deuten vermocht. Da das Meer nahe bei
Tauſende von Fußen tief iſt, ſo glaubte man, die
hätten dieſelben aus ſo großen Tiefen aufgebaut, was
im Widerſpruche ſteht mit der Natur dieſer Thiere,
erwähnt, nicht mehr als etwa 100 Fuß tief unter der
oberfläche leben können. Dies einſehend, meinte man,
phyten hätten untermeeriſche kreisförmige Kraterrände
funden, auf denen ſie ſich feſtſetzten und ihre Form

Oberfläche fortführten. Aber diese und ähnliche Deutungen treten ganz in den Hintergrund gegen die von Darwin gegebene Erklärung der Sache, die mit der Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit in denselben Gegenden vollkommen übereinstimmt. Die gehobenen, trocken liegenden Korallenriffe fallen stets mit vulkanischen Gegenden zusammen, und die ringförmigen, die ihre Beschaffenheit dem Sinken des Bodens verdanken, bilden abgesonderte Gebiete, die von jenen Regionen der Erhebung getrennt liegen.

Sie sehen hier ein merkwürdiges Ineinandergreifen einer der großartigsten unter den physikalischen Thätigkeiten des Erdkörpers mit dem unermüdlichen Lebensproceß kleiner unscheinbarer Organismen, die nur dadurch, daß Milliarden von Individuen Millionen von Jahren in demselben Sinne wirken, ein großes Resultat hervorbringen.

Noch ein Bedenken muß ich Ihnen lösen. Die Korallen können nur unter dem Wasser leben, Sie werden also sehr natürlich fragen, wie können ihre Bauten bewohnbare Inseln bilden, die sich doch mehrere Fuß über den mittleren Fluthstand des Wassers erheben. A. v. Chamisso hat das trefflich auseinandergesetzt. „Ist das Riff bis zu der Höhe gelangt, daß es bei niedrigem Wasserstande zur Zeit der Ebbe fast trocken wird, so hören die Korallen auf, höher zu bauen. Muschelschalen, Korallenbruchstücke, Seeigelschalen und deren abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmälig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, daß nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, daß sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und aufeinander gethürmt. Die immer geschäftige Brandung wirft Korallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung eines weißen blendenden Grundes dar. Auch ganze

Baumſtämme, von anderen Ländern und Inſeln durch die Flüſſe entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit dieſen kommen kleine Thiere, Inſecten, Eidechſen u. dgl. als erſte Bewohner an. Ehe noch die Bäume ſich zu einem Walde vereinigen, niſten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüſchen, und ganz ſpät, nachdem die Schöpfung längſt geſchehen, findet ſich auch der Menſch ein, ſchlägt ſeine Hütte auf der fruchtbaren Erde, die durch Verweſung von Baumblättern entſtand, auf, und nennt ſich Herr und Beſitzer dieſer Welt."

Die Koralleninſeln entſtehen aber nicht nur, ſie vergehen auch wieder. Wenn die Thätigkeit und das Leben der Korallen allmälig erliſcht, was durch irgend eine Aenderung der äußeren Lebensbedingungen, z. B. der Strömungen des Meeres, veranlaßt werden kann, ſo wird alles Hervorragende nach und nach von der Brandung zerſtört, die Inſeln werden in untermeeriſche Bänke verwandelt, die Ringform geht theilweiſe verloren, das Becken wird mit Sedimenten erfüllt. Es würde ſchwierig ſein, ſie dann im wieder gehobenen Zuſtande noch als einſtige Ringinſeln zu erkennen.

Ich kann dieſen Brief nicht beſſer ſchließen, als mit einer Stelle Darwin's[8]): „Der Ocean ſchont keineswegs den Korallenfelſen; die großen, über das Riff zerſtreuten und auf dem Ufer angehäuften Trümmer, zwiſchen denen die großen Kokosbäume entſpringen, beweiſen deutlich die unaufhörliche Gewalt ſeiner Wogen. Auch giebt es keine Periode der Ruhe. Die lange Schwellung, die von der leiſen, aber ſtetigen Wirkung des beſtändig in einer Richtung über eine ungeheuere Fläche wehenden Paſſatwindes hervorgerufen wird, verurſacht brandende Wogen, die an Heftigkeit ſelbſt die unſerer gemäßigten Zone übertreffen und niemals zu rollen aufhören. Es iſt unmöglich, dieſe Wellen zu ſehen, ohne die Ueberzeugung zu gewinnen, daß jede Inſel, möchte ſie nun aus dem härteſten Felſen, aus Porphyr, Granit oder Quarz beſtehen, am Ende zerſtört werden müßte. Und doch ſtehen dieſe niedrigen, unbedeutenden Koralleninſeln und gehen ſiegreich aus dem Kampfe hervor — ſie wachſen ſogar; aber hier nimmt eine andere Kraft, als Gegenſatz zu der erſteren, Antheil an dem Streite. Die

organiſchen Kräfte ſcheiden die Atome des kohlenſauren Kalks nach einander aus den ſchäumenden Brechwogen und vereinigen ſie zu einem ſymmetriſchen Bau. Mag der Sturm die Maſſe in tauſend große Trümmer zerbrechen, was will das heißen gegen die vereinigte Arbeit von Myriaden von Architekten, die Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr ein, arbeiten! Ein weicher und gelatinöſer Körper eines Polypen beſiegt durch die Wirkung der Lebensgeſetze die große mechaniſche Kraft der Wogen eines Oceans, denen weder die Kunſt der Menſchen, noch die lebloſen Werke der Natur mit Erfolg widerſtehen könnten."

Siebenunddreißigſter Brief.

Gleichgewicht des organiſchen Lebens.

„Es herrſcht in der ewigen Nacht der oceaniſchen Tiefen vorzugsweiſe das Thierleben, während auf den Continenten, des periodiſchen Reizes der Sonnenſtrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meiſten verbreitet iſt. Der Maſſe nach überwiegt im Allgemeinen der vegetabiliſche Organismus bei weitem den thieriſchen auf der Erde. Was iſt die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volumen dichtgedrängter rieſenmäßiger Baumſtämme von 8 — 12 Fuß Durchmeſſer in dem einzigen Waldraume, welcher die Tropenzone von Südamerika zwiſchen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio de Madeira füllt!" v. H.

In der organiſchen Schöpfung beſtehen beſtimmte nothwendige Verhältniſſe der Verbreitung der einzelnen Formen. Ein mittleres Verhältniß, ein Gleichgewicht z. B. zwiſchen Pflanzen- und Thierarten. Jede Ueberſchreitung des mittleren Verhältniſſes führt eine Vernichtung des Ueberwiegenden nach ſich, dieſe befördert das Ueberwiegen einer anderen Art, bis auch dieſe die äußerſte Grenze überſchritten hat und dem Geſetze theilweiſer Vernichtung erliegt. So ſchwanken die Verbreitungsverhältniſſe beſtändig um mittlere Werthe auf und ab. Dieſe mittleren Werthe werden aber bedingt durch Nahrung und Raum.

Ganz allgemein halten Pflanzen und Thiere ſich im Gleich-

gewicht, und wenn Sie berückſichtigen, daß die Thiere aus der Luft vorzugsweiſe den Sauerſtoff abſorbiren und Kohlenſäure bilden, die Pflanzen dagegen Kohlenſtoff abſorbiren und Sauerſtoff ausathmen, ſo werden Sie ſchon hierin die Nothwendigkeit eines ſolchen Gleichgewichtes erkennen, abgeſehen davon, daß eine große Zahl der Thiere auf Pflanzennahrung, die übrigen auf Pflanzenfreſſer als Nahrung angewieſen ſind, und daß dagegen die Pflanzen der durch den thieriſchen Organismus zerſetzten Stoffe bedürfen, ſei es nun, daß ſie dieſelben aus der Luft oder aus dem Boden aufnehmen. Genug, wir finden die weſentlichen Beſtandtheile der Organismen: Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff in einem beſtändigen Kreislaufe durch die verſchiedenartigſten organiſchen Formen und ſich beſtändig unter neuen Verhältniſſen mit einander verbindend, aber nie ihr gegenſeitiges Verhältniß ändernd. — Das iſt die Statik des organiſchen Lebens.

Der Maſſe nach überwiegen, wie es ſcheint, die Pflanzen, ſelbſt wenn man die Bewohner des weiten Oceans einrechnet, die Thiere, aber dieſes Ueberwiegen iſt eben ein nothwendiges, da der Umbildungsproceß der Stoffe in den Pflanzen langſamer erfolgt als in den Thieren.

Die Regelung aller dieſer Verhältniſſe iſt bedingt durch die Art der Fortpflanzung, Ernährung und Lebensdauer der einzelnen Organismen.

Für die Fortpflanzung der Pflanzen und Thiere iſt um ſo reichlicher, um ſo verſchwenderiſcher geſorgt, je mehr und je größere Hinderniſſe dem Aufkommen der Jungen im Wege ſtehen, oder man muß dieſen Satz vielleicht richtiger ſo ausdrücken: je reichlicher die Fortpflanzung erfolgt, deſto mehr Feinde derſelben ſind zur Entwickelung gekommen; deſto mehr Thiere haben ſich an dieſe beſondere Brut- oder Samenart als Nahrung gewöhnt.

Das Säugethier, deſſen Nachkommen durch Größe und meiſt auch durch die Pflege der Aeltern gegen viele Feinde geſchützt ſind, bringt nur wenig und verhältnißmäßig ſelten Junge hervor. Bei vielen niederen Thieren dagegen ſteigt die Zahl der Fortpflanzung ins Unglaubliche, aber in derſelben Weiſe nehmen auch die Feinde derſelben zu. Die gewöhnliche Muſchel

unſerer Teiche bringt in einem Jahre mehrere Millionen Eier zur Welt[21]); der Regenwurm ſoll in ſeinem Eierſtocke 64 Millionen Eier haben; ein Infuſionsthierchen kann ſich nach Ehrenberg in einer Woche auf 13 Millionen vermehren, und eine andere Art beſitzt das Vermögen, ſich alle Stunden zu theilen und ſo durch Theilung fortzupflanzen. Nach der zweiten Stunde ſind es daher 4, nach der dritten 8, nach der vierten 16 u. ſ. w. Man hat nun zum Scherz ausgerechnet, daß, wenn die Theilung wirklich ſo fortgehen könnte, dieſe aus einem Individuum entſtandenen Thierchen nach 14 Tagen ſchon einen Raum, ſo groß als unſer Erdball einnehmen würden, und eine Stunde ſpäter natürlich ſo groß als zwei Erdbälle.

Der Bandwurm, dieſes läſtige Geſchöpf, birgt in jedem ſeiner zahlreichen Glieder einen Eierſtock mit unzähligen Eiern; dieſe gelangen durch die Excremente in die Außenwelt und vertheilen ſich über unzählige Gegenſtände. Millionen gehen verloren, aber wo auch nur ein einziges mit der Nahrung in einen krankhaft dazu disponirten Organismus gelangt, da entwickelt es ſich zu dieſer abſcheulichen Plage.

Einzelne Thierarten, namentlich Inſecten, nehmen zuweilen, wie Sie wiſſen, durch beſondere klimatiſche oder andere Umſtände begünſtigt, in ſolchem Grade überhand, daß ſie gewiſſen Pflanzenſpecies, die ihnen als Nahrung dienen, mit Vernichtung drohen. So die Heuſchrecken der Steppengegenden, gewiſſe Raupen (und Schmetterlinge) oder kleine Käfer, wie die den Nadelholzwäldern ſo gefährlichen Borken- und Rüſſelkäfer. Die meiſten dieſer Thiere führen aber auch ſogleich die natürlichen Feinde ihres Geſchlechts im Gefolge nach ſich, die, durch reichliches Futter begünſtigt, ſchnell überhand nehmen und dann einen erfolgreichen Vernichtungskrieg führen, dem ſie endlich ſelbſt unterliegen, nachdem ſie ihrer eignen Brut die Nahrung weggefreſſen haben.

Ein ſolcher Vorgang läßt ſich z. B. ſehr regelmäßig bei dem Auftreten der ſogenannten Nonne, einer den Kieferwäldern ſehr gefährlichen Raupe verfolgen. In ihre Puppe legt eine Schlupfweſpe (ein Ignеumon) ihre Eier, wodurch natürlich die Entwickelung des Schmetterlings verhindert wird, denn die kleinen Maden freſſen ihn auf, ehe er auskriegt. Hat nun die

Kiefernraupe ſich einige Jahre ſtark vermehrt und ganze Waldſtrecken abgefreſſen, dann iſt ſicher allemal auch eine große Vermehrung jener Schlupfwespen eingetreten, und dieſe vernichten durch ihre Brut alle Puppen; iſt aber das geſchehen, dann finden auch die Igneumonen keine Puppen mehr für ihre Eier vor, ſie müſſen ſie an ungeeigneten Orten ablegen, und nun kommt die Reihe der Vernichtung an ſie.

Auf dieſelbe oder auf ähnliche Weiſe wird in ſehr vielen Fällen das Gleichgewicht der Organismen aufrecht erhalten. Selbſt beim Menſchen treten Hungerpeſt und Kampf als Folgen der Uebervölkerung ein. Eines folgt immer nothwendig aus dem Anderen.

Achtunddreißigſter Brief.

Geographie der Pflanzen und Thiere.

„Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verſchiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, alſo nach der Geſtaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren iſt es ein wichtiger Unterſchied ihrer Lebensweiſe, ob ſie iſolirt (vereinzelt) oder geſellig lebend gefunden werden.“ v. H.

Die Geographie der Pflanzen und Thiere iſt einer der Wiſſenſchaftszweige, deren erſte Ausbildung wir dem Verfaſſer des Kosmos verdanken. Er hat, den Andeutungen Tournefort's folgend, zuerſt gezeigt, daß die zonenartige Vertheilung der Pflanzen und Thiere vom Aequator nach den Polen zu, ſich wie die mittleren Temperaturen einigermaßen wiederholt beim Aufſteigen in hohe Gebirge.

Auf die Region der Bananen und Palmen folgen in der tropiſchen Andeskette wie auf Teneriffa und in einem Theile des Himalaja die Laubhölzer und Cerealien, dann die Nadel-

hölzer, Zwergbäume, Gräser, Mooſe und Flechten. Gerade ſo reihen ſich die horizontalen Zonen gegen die Pole hin an einander; wenn auch die Pflanzenarten nicht genau dieſelben ſind, der Charakter der Vegetation iſt derſelbe. Aber auch für die horizontalen Zonen beſteht nur eine Uebereinſtimmung des allgemeinen Charakters, nicht der einzelnen Arten. Man kann ſehr leicht eine Menge tropiſche oder polare Thierformen unterſcheiden von denen der gemäßigten Zonen, aber es ſind andere Arten in Amerika, in Aſien und in Afrika; andere an den Oſt- und Weſtküſten der Continente; andere im Innern der Feſtländer, an ihren Küſten und auf den Inſeln.

Ueberall mit den äußeren Lebensbedingungen ändern ſich auch die organiſchen Formen, doch drückt die Temperatur als eine vorzugsweiſe wichtige Lebensbedingung gewiſſe durchgreifende, herrſchende Charaktere auf. Im Affen, im Papagei und Crocodil, in der Palme und im Cactus, erkennen wir ohne Weiteres, ich möchte ſagen inſtinktartig, Reſultate eines warmen Klima's.

Der Unterſchied der Formen je nach Wärmezone und ſonſtiger Oertlichkeit ſteht offenbar im innigſten Zuſammenhange mit der Entſtehung der Arten, und ſtimmt ganz überein mit der Annahme allmäliger Entwickelung. Ueberall entſtand das den örtlichen Verhältniſſen Angemeſſene, verbreitete ſich aber von dem Entſtehungsorte weiter und weiter, ſoweit nur irgend die äußeren Verhältniſſe es erlaubten.

Die Mittel der Weiterverbreitung organiſcher Formen ſind oft ganz abenteuerlicher Natur. Wie das bewegliche Thier ſich über eine Feſtlandoberfläche ausbreiten, der Vogel nicht allzu breite Meeresarme überfliegen, der Waſſerbewohner durch Strömungen weit hin vertheilt werden kann, das liegt zu nahe, um es noch einer beſonderen Beachtung zu würdigen. Auch die Vertheilung leicht fliegender Pflanzenſamen, wie der des Löwenzahns und der Silberpappel, durch Winde, iſt leicht einzuſehen, und man kann ſich höchſtens wundern, daß nicht längſt die ganze Erde mit ſolchen Pflanzen bedeckt iſt. Sie würde es ſein, dieſe Pflanzen würden die anderen unterdrücken, wenn nicht ihrer übermäßigen Verbreitung klimatiſche und örtliche Feinde entgegenſtänden.

Wie aber die weit vom Lande entlegenen Inseln bevölkert worden sein können, wenn man nicht annehmen darf, daß all' ihr Leben auf ihnen selbst entstand, das ist oft weit schwieriger zu erkennen und verdient eine genauere Untersuchung. Diese hat indessen gezeigt, daß auch hierbei alles mit natürlichen Dingen — d. h. naturgesetzlich — zugeht. Vor Allem dürfen wir bei Beurtheilung des gegenwärtigen Zustandes nicht die mehr als tausendjährige Cultur des Menschen außer Acht lassen, der auf stolzem Fahrzeug nicht nur seine heimathlichen Pflanzen und Hausthiere weit hin über die Erde verbreitet, sondern auch unabsichtlich eine Menge lästiger Insecten und für ihn nutzloser Pflanzen (sogenannter Unkräuter) zu wahren Weltbürgern gemacht hat. Manche von diesen Geschöpfen heften sich unwiderstehlich an seine Fußtapfen, und das haben die Urbewohner Amerika's sehr treffend durch die Benennung einer Pflanze ausgedrückt, die den Europäer auf allen seinen Ansiedelungen in ihrem Vaterlande begleitet. Unser gemeines Wegebreit nennen sie, poetisch genug, „die Fußtapfen der Weißen."

Aber außer dem Menschen haben die Strömungen der Luft und des Meeres, der Wandertrieb der Thiere und selbst geologische Ereigniſſe: Hebungen oder Senkungen des Landes, Verbindung des früher Getrennten, oder Trennung des früher Verbundenen, zu der gegenwärtigen Vertheilung der Pflanzen und Thiere beigetragen.

Charles Darwin[8]) hat von der organischen Bevölkerung der Keeling-Inseln und einiger ähnlicher Korallengebäude im indischen und stillen Meere eine so lehrreiche Schilderung geliefert, daß ich nicht umhin kann, Ihnen dieselbe hier einzuschalten.

„Die Naturgeschichte dieser Inseln, von der ich hier eine Skizze geben will, hat wegen ihrer Armuth ein besonderes Interesse. Der Kokosnußbaum scheint auf den ersten Anblick den ganzen Wald zu bilden; es giebt aber noch fünf oder sechs andere Baumarten. Eine von diesen wird sehr groß, ist aber wegen der ausnehmenden Weichheit des Holzes nutzlos; eine andere Art giebt gutes Schiffbauholz. Außer diesen Bäumen ist die Zahl der Pflanzen sehr beschränkt und unbedeutend. Meine Sammlung, die wohl die ganze Flora begreift, enthält zwanzig

Arten, und außerdem noch ein Moos, eine Flechte und einen Pilz. Hierzu kommen noch zwei Bäume; der eine davon war nicht in Blüthe, und von dem anderen hörte ich nur sprechen. Er ist der einzige Baum seiner Art in der ganzen Inselgruppe und wächst nahe am Strande, wohin ohne Zweifel sein Same von den Wogen getragen wurde. In dieses Verzeichniß ist nicht eingeschlossen das Zuckerrohr, die Banane, einige andere Gemüsearten, Obstbäume und eingeführte Gräser. Da diese Inseln ganz aus Korallen bestehen, und früher wohl nur ein vom Meere bespültes Riff waren, so müssen alle jetzt hier lebenden Producte von den Wellen der See herbeigeführt worden sein. In Uebereinstimmung hiermit hat diese Flora ganz den Charakter eines Zufluchtsortes für Heimathlose; ich höre vom Professor Henslow, daß von den zwanzig Arten neunzehn zu verschiedenen Gattungen gehören, und diese zu nicht weniger als sechzehn verschiedenen Ordnungen!

In Holman's Reisen (Vol. II. p. 378) wird auf die Autorität von Mr. A. C. Keating, der zwölf Monate auf diesen Inseln verweilte, von vielen Samen und anderen Körpern erzählt, die an's Ufer gewaschen wurden. „Samen und Pflanzen von Sumatra und Java sind mit der Brandung auf die Windseite der Inseln geworfen worden. Unter diesen befanden sich der Kimiri, einheimisch auf Sumatra und der Halbinsel von Malacca; die Kokosnuß von Balci, kenntlich durch ihre Gestalt und Größe; die Dabaß, die von den Malayen mit der Pfefferrebe gepflanzt wird, indem die letztere sich um ihren Stamm windet und sich durch ihre Stacheln unterstützt; der Seifenbaum, die Ricinusölpflanze; Stämme von der Sagopalme und verschiedene Arten von Samen, die den auf den Inseln angesessenen Malayen unbekannt waren. Von allen nimmt man an, daß sie durch den Nordwest-Monsun nach der Küste von Neuholland, und von dort durch den Südost-Passat auf diese Inseln getrieben wurden. Große Massen von dem Thekabaum von der Insel Java und Gelbholz sind auch gefunden worden, außerdem große Stämme von rother und weißer Ceder und des Eucalyptus von Neuholland, und zwar in vollkommen gesunder Beschaffenheit. Alle dauerhaften Samen, wie die der Schlingpflanzen, behalten ihre Keimkraft, aber die weicheren Arten,

unter denen ſich der Mangoſtin befindet, werden auf dem Wege zerſtört. Fiſchkähne, dem Anſchein nach von Java, ſind bisweilen an's Ufer geſchwemmt worden." Die Samen, die alſo aus verſchiedenen Ländern über den Ocean getrieben werden, ſind darum ſehr zahlreich. Profeſſor Henslow glaubt, daß faſt alle Pflanzen, die ich von dieſer Inſel gebracht habe, gewöhnliche Uferpflanzen von dem oſtindiſchen Archipelagus ſind. Nach der Richtung der Winde und Strömungen ſcheint es indeſſen kaum möglich, daß ſie in einer geraden Linie von dort gekommen ſind. Wenn ſie, wie Mr. Keating mit Wahrſcheinlichkeit vermuthet, zuerſt nach der Küſte von Neuholland und von dort zurückgetrieben worden ſind, zuſammen mit den Producten dieſes Landes, ſo müſſen die Samen vor ihrem Keimen zwiſchen 1800 und 2400 engl. Meilen weit getrieben worden ſein.

Chamiſſo ſagt in ſeiner Beſchreibung der Radackgruppe, die in dem mittleren Theil des weſtlichen Stillen Oceans liegt, daß „das Meer dieſen Inſeln die Samen und Früchte von manchen Bäumen bringt, von denen die meiſten noch nicht hier gewachſen ſind. Aber der größte Theil dieſer Samen ſcheint noch nicht ſeine Keimfähigkeit verloren zu haben." Es wird auch geſagt, daß Stämme von nördlichen Fichten an's Ufer gewaſchen werden, die von einer ungeheuren Entfernung hergekommen ſein müſſen. Dieſe Thatſachen ſind ſehr intereſſant. Es kann nicht bezweifelt werden, daß, wenn Landvögel die Samen aufpickten, wenn ſie zuerſt an's Ufer geworfen würden, und auf einen für ihr Wachsthum angemeſſeren Boden trügen als dieſe lockeren Korallenblöcke, ſo würde dieſe Inſel trotz ihrer Abgeſchloſſenheit bald eine reichere Flora beſitzen.

Das Verzeichniß von Landthieren iſt noch ärmer, als das der Pflanzen. Einige von den Inſeln ſind von Ratten bewohnt, und man kennt ihren Urſprung von einem Schiffe von Mauritius, das hier Schiffbruch litt. Dieſe Ratten ſind etwas verſchieden von der engliſchen Art; ſie ſind kleiner und heller gefärbt. Es giebt keine wirklichen Landvögel; denn eine Schnepfe und eine Ralle (Rullus phillippensis), obgleich ſie ganz unter dem trockenen Geſträuch leben, gehören zu der Ordnung der Sumpfvögel. Vögel dieſer Ordnung ſollen auf mehreren der niedrigen Inſeln des Stillen Oceans vorkommen. In Aſcen-

sion wurde ein Wasserhuhn (Porphyrio simplex) nahe an dem Gipfel des Berges geschossen, und es war offenbar ein einsamer Herumzügler. Ich glaube hiernach, daß die Sumpfvögel die ersten Ansiedler auf jedem Lande nach den zahllosen, mit Schwimmfüßen versehenen Arten sind. Wo ich nur Vögel weit aus im Meere bemerkte, die keine Seevögel waren, gehörten sie immer zu dieser Ordnung: und darum müssen sie natürlicher Weise die ersten Ansiedler eines entfernten Landes bilden.

Von Reptilien sah ich nur eine kleine Eidechse. Von Insecten sammelte ich sorgfältig jede Art. Ausschließlich der Spinnen, die zahlreich waren, gab es dreizehn Arten. Diese gehörten zu den folgenden Ordnungen: Coleoptera, eine Art eines kleinen Flater; Orthoptera, eine Gryllus und Blatta; Hemiptera eine; Homoptera zwei; Neuroptera, eine Chrisopa; Hymenoptera, zwei Ameisenarten; Lepidoptera Nocturna, eine Diopäa und ein Pterophorus (?); Diptera, zwei. Eine kleine Art Ameise schwärmte bei Tausenden unter den lockeren, trockenen Korallenblöcken, und war das einzige häufige wahre Insect. Obgleich die Landesproducte solchergestalt sparsam sind, so war doch die Zahl der lebenden Wesen in dem umgebenden Meere fast unendlich.

Chamisso hat die Naturgeschichte von Romanzoff beschrieben, einer Lagumeninsel in der Radackgruppe. Die Zahl und Art der Producte ist fast ganz dieselbe, wie auf den Keeling-Inseln. Es wurdeeine kleine Eidechse gesehen; Sumpfvögel (Numenius und Scolopax) waren zahlreich und sehr zahm. Von Pflanzen fand er neunzehn Arten, mit Einschluß eines Farrenkrauts, und einige von diesen waren dieselben Arten, wie die, welche ich hier sammelte, obgleich die Insel in einem verschiedenen Ocean gelegen ist.

Diese Streifen von Land sind nur bis zu der Höhe erhoben, bis zu welcher die Brandung Trümmer werfen und der Wind Sand aufhäufen kann. Sie werden dadurch beschützt, daß das Riff nach Außen und seitwärts wächst, und auf diese Weise die Wogen bricht. Der Anblick und die Beschaffenheit dieser Inselchen bringen unserm Geist den Gedanken auf, daß das Land und der Ocean sich hier um die Herrschaft streiten: obgleich das Festland einen Boden gewonnen hat, so halten die

Bewohner des anderen Elementes ihre Anſprüche für wenigſtens ebenſo gegründet. In jedem Theile begegnet man Einſiedlerkrebſen von mehr als einer Art, die auf ihrem Rücken die Schneckenhäuſer tragen, die ſie auf dem benachbarten Strande geſtohlen haben. Ueber unſerem Kopfe ſind die Bäume von Fregattvögeln und Seeſchwalben bedeckt, Alles iſt voll von Neſtern, und ſelbſt die Atmoſphäre hat davon einen eigenthümlichen Geruch. Die Tölpel ſehen von ihren kunſtloſen Neſtern auf den Eindringling mit einer dummen und doch böſen Miene herab. Dieſe Vögel ſind, wie ihr Name ausdrückt, dumme kleine Geſchöpfe. Aber es giebt hier auch einen lieblichen Vogel, dies iſt eine kleine, ſchneeweiße Seeſchwalbe, die auf Armeslänge ſanft vor uns auf- und niederwiegt, und mit ihrem großen, ſchwarzen Auge uns ruhig anblickt. Es gehört nicht viel dazu, ſich einzubilden, daß ein ſo leichter und zierlicher Körper von irgend einem herumwandernden Elfen bewohnt ſei."

Sehr merkwürdig iſt in dieſer Beziehung auch die Bevölkerung der Galopagosinſeln, die eine kleine Welt für ſich zu bilden ſcheint. Die Thiere, die hier leben, laſſen ſich trotz ihrer ſpecifiſchen Abweichung zum Theil noch auf Bewohner Amerika's zurückführen, aber alle haben ſie den neuen Lebensverhältniſſen entſprechende Gewohnheiten und Lebensformen angenommen.

Als Säugethiere ſind nur eine große Maus (Mus Galopagoensis) und eine Ratte zu nennen, welche letztere vermuthlich von der engliſchen abſtammt, aber von ihr abweicht.

Darwin fand 26 Arten Landvögel, mit Ausnahme einer einzigen alle neu, und nur dieſem Theile der Welt angehörig, aber mit amerikaniſchen Arten verwandt. Weniger abweichend ſind die Sumpf- und Waſſervögel. Die einzige Mövenart dieſer Inſeln iſt jedoch ganz neu.

Die Abtheilung der Reptilien iſt nicht durch viele Arten, aber durch ſehr zahlreiche Individuen vertreten. Es giebt mehr als eine Art Meerſchildkröten, einige Landſchildkröten, vier Arten Eidechſen, von denen drei viel im Meere leben, wie die Saurier der Vorwelt, und ebenſo viele Arten Schlangen.

Die Landeidechſe (Amblyrhynchus subcristatus Gr.) iſt merkwürdiger Weiſe auf die centralen Inſeln des Archipelagus beſchränkt, und es ſcheint deshalb beinahe, als wenn dieſe Art im

Mittelpunkte des Archipelagus entstanden sei, und sich von da bis jetzt erst nur auf eine gewisse Entfernung über die nächsten Inseln verbreitet habe.

Frösche und Kröten fehlen ganz, vielleicht weil ihre Eier zu weich sind, um vom Meere unbeschädigt transportirt zu werden. Auch Insekten sind nur sehr wenig vorhanden, und sie tragen mehr einen europäischen, als einen tropischen Charakter zur Schau. Sie werden, wie es scheint, vertreten durch eine große Zahl von Landmuscheln und Schnecken, was sehr ähnlich auf den Sandwichinseln der Fall ist. Sie sind ganz auf diesen Archipelagus beschränkt. Darwin schließt seine Bemerkungen mit den Worten: „Die angeführten Thatsachen beweisen zur Genüge, daß mit Ausnahme einiger weniger Wanderthiere fast alle, und, wie ich glaube, auch die Pflanzen und die meisten Wasserthiere dem Archipelagus eigenthümlich sind, und so wunderbar auch die Thatsache ist, in keinem anderen Theile der Welt gefunden werden. Nichts desto weniger haben sie fast alle viel vom amerikanischen Typus. Jemand, der mit den Vögeln von Chile und dem La Plata bekannt ist, könnte sich nicht auf diese Inseln versetzen, ohne sich überzeugt zu halten, daß er, was die organische Welt betrifft, auf amerikanischem Boden stehe. Diese Aehnlichkeit im Typus zwischen entlegenen Inseln und Continenten, während die Arten verschieden sind, ist kaum je hinreichend beachtet worden. Nach den Ansichten einiger Naturforscher könnte man den Umstand dadurch erklären, daß man sagte, die Schöpfungskraft sei über einen großen Erdraum nach denselben Gesetzen thätig gewesen." Ich sage vielmehr, die Gesetze der Natur sind überall dieselben, nur die Umstände sind verschieden, und wenn auf den Gallopagos amerikanische Grundformen etwas verändert auftreten, so spricht das nur für eine gemeinsame Abstammung, aber ungleiche Fortentwickelung unter verschiedenen Umständen. Also für die Entwickelungstheorie, und für diese Ansicht sprechen insbesondere noch einige weitere Bemerkungen Darwin's, nach welchen die Pflanzen und Thierformen selbst auf den einzelnen Inseln der Gallopagos verschieden sind, und nach welchen die Vögel, deren nahe verwandte Formen in Amerika sehr schüchtern sind, hier, wie alle Thiere, wegen Mangel an Feinden in einen merkwür-

digen Zustand der Zahmheit übergegangen sind, in einen Zustand, der sich auf den Falklandsinseln ganz ähnlich zeigt, aber bereits im Abnehmen begriffen ist, seit diese Inseln häufiger besucht und bewohnt werden, und der nur von den Wandervögeln, die ihre durch Generationen angesammelten Erfahrungen überall stets auf's Neue mit hinbringen, nicht getheilt wird, und nie getheilt wurde. Der schwarze Schwan wurde auf den Falklandsinseln von je her eben so scheu gefunden, als irgendwo.

Die allmälige Entwickelung und erbliche Uebertragung des Instinktes, die wir so vielfach bei unseren Hausthieren beobachten können, wird hierdurch bei den Thieren im wilden Zustande eben so deutlich, als die Möglichkeit eines erblichen Vergessens, und dadurch Verschwindens instinktartiger Vorsicht vor bestimmten Gegenständen, wie der Mensch oder gewisse Raubthiere sind.

Doch ich kehre zurück zu der Vertheilung der Pflanzen und Thiere in Zonen. Es ist, wie gesagt, unzweifelhaft, daß die Wärmeverhältnisse der Erdoberfläche die Haupturſachen ungleicher Vertheilung sind, aber nicht die einzigen. Daher kommt es, daß die Verbreitung gewisser Pflanzen und Thiere oder ganzer Abtheilungen derselben ungefähr, aber nicht genau, den Temperaturlinien folgt, und zwar bald mehr den Isothermen, bald mehr den Isotheren oder Isochymenen, oder mittleren Werthen aus allen dreien. Unverkennbar üben aber auch eine unbestimmte Zahl anderer physikalischer Verhältnisse einen Einfluß auf die Vertheilung und Verbreitung der organischen Formen, und nicht alle sind sie so deutlich nachweisbar, wie etwa die Oberflächenform, die Vertheilung von Land und Wasser, die örtlichen Regenmengen, die Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre, die Bodenbeschaffenheit, die herrschenden Winde, der Luftdruck u. s. w. — Solche Ursachen, sowie die Entwickelung und Ausbreitung um bestimmte Ausgangspunkte, welche eben durch ihre besonderen Verhältnisse die Ursachen neuer Formen wurden, sind es offenbar, welche der ungleichen Vertheilung der Thiere und Pflanzen zu Grunde liegen.

Gewisse Formen sind zur Zeit noch auf verhältnißmäßig sehr kleine Oberflächenräume beschränkt, wie z. B. die auf Neuholland und auf den Gallopagos herrschenden; aber wir können nicht wissen, ob sie nicht fähig sind, mit kleinen Modificationen

einſt eine ſehr große Verbreitung zu finden. Andere zeigen ſich ſchon jetzt, und zwar, wie es ſcheint, ohne Zuthun des Menſchen, in ſehr vielen Erdtheilen verbreitet. So kennt man z. B. unſer gemeines Gänſeblümchen oder Maßliebchen in Nordaſien, in einigen Gegenden Afrika's, in Südamerika und in Auſtralien, und überall, wo es iſt, ſteigt es von dem Meeresniveau bis zur ewigen Schneegrenze auf, eine heimiſche Erinnerung für jeden Reiſenden. Ebenſo findet ſich ein Thier ganz ähnlich unſerem Ameiſenlöwen in Neuholland wieder, und dieſe ſonderbare Larve fängt dort genau auf dieſelbe Weiſe ihre Beute, indem ſie trichterförmige Löcher in den feinen Sand wühlt. Wie beſchränkt iſt dagegen bis jetzt noch die Verbreitung des Theeſtrauches oder des Chinarindenbaumes! Des Schnabelthieres oder ſelbſt der Giraffe!

Sehr ſonderbar iſt die Verbreitung des großen Geſchlechtes der Haide (Erica). In der ganzen alten Welt ſind dieſe Pflanzen nicht nur heimiſch, ſondern ſehr häufig. In ganz Amerika und in Auſtralien fehlen ſie dagegen gänzlich. Während aber im ſüdlichen Afrika ſtets viele Arten Haide neben einander wachſen, und nie viele Individuen derſelben Art; finden Sie im Norden Europa's und bis nach Lappland beinahe nur eine Art, dieſe aber in unzähligen Individuen geſellig neben einander, was bei uns die Veranlaſſung gegeben hat, ärmliche Waldſtrecken „Haiden" zu nennen.

Ich kann Ihnen für das Studium der Verbreitung einzelner Pflanzen- und Thierarten, oder ganzer Abtheilungen wieder nichts mehr empfehlen, als Berghaus' phyſikaliſchen Atlas, für die Art ihrer Gruppirung aber Kitlitz Vegetationsanſichten. Eine treffliche Schilderung der Pflanzenverbreitung lieferte ganz neuerlich Schleiden in ſeinem Buch über die Pflanze[19]), und um Sie, wenn Sie dieſes Buch noch nicht kennen ſollten, auf das Ganze lüſtern zu machen, laſſe ich hier einen Theil ſeiner Darſtellung folgen.

„Wenn wir von den ſchneebedeckten Eisflächen des höchſten Nordens, wo nur noch die rothe Schneealge an eine pflanzliche Organiſation erinnert, uns nach Süden wenden, ſo breitet ſich vor uns zunächſt ein Gürtel aus, in welchem Mooſe und Flechten den Boden bedecken, und eine eigenthümliche Vegetation niedriger mit unterirdiſchen Stengeln perennirender,

meiſt groß- und ſchönblumiger Kräuter, die ſogenannten Alpenpflanzen, der Natur einen eigenthümlichen Charakter verleihen. Faſt ſämmtliche Pflanzen bilden kleine, flache, vereinzelte Polſter; Pyrola, Andromeda, Pedicularis, Löffelkraut, Mohne, Hahnenfuß und andere, ſind charakteriſtiſche Gattungen für dieſe Flora, in der kein Baum, kein Strauch gedeiht. — Verlaſſen wir dieſe Region, die von den Botanikern das Reich der Mooſe und Saxifragen, oder nach einem der Gründer der Pflanzengeographie Wahlenberg's Reich genannt iſt und gehen mehr nach Süden, ſo zeigen ſich anfänglich kleine niedrige Gebüſche von Birken, dann mehr zuſammenhängende Wälder, zu denen ſich Kiefern und andere Nadelhölzer hinzugeſellen, und wir befinden uns endlich in einem zweiten größeren Vegetationsgürtel, der ſich dadurch charakteriſirt, daß alle Wälder der Ebene faſt ausſchließlich aus Nadelhölzern gebildet ſind, die daher der Flora einen eigenthümlichen Charakter aufprägen, Kiefern und Fichten, Zürbeln und Lärchen bilden große und ausgedehnte Waldmaſſen, an Bächen und auf feuchtem Boden finden ſich Weiden und Erlen ein. Auf dürren Hügeln wächſt die Rennthierflechte und das isländiſche Moos. In der Preißelbeere, Multebeere, Johannisbeere und anderen bietet ſchon freiwillig die Natur, wenn auch ſpärliche Nahrungsmittel, und eine reiche Flor bunter Blumen dient zur Verzierung der Zone, die ſich in Skandinavien bis an die Nordgrenze des Weizenbaues, in Rußland und Aſien aber faſt bis Kaſan und Jakutzk erſtreckt. Wir wollen ſie die Zone der Nadelhölzer nennen. — Schon in Drontheims Umgebungen fängt, wenn auch noch ſpärlich, der Obſtbau an, bald tritt die kraftvolle Eiche auf, mit etwas zu weit getriebener poetiſcher Freiheit „die Deutſche" genannt; Schonen, Seeland, Schleswig und Holſtein nähren die prachtvollſten Buchenwälder. Etwa in der Breite von Frankfurt a. M. geſellt ſich noch ein Baum hinzu, der ſich durch ſeine kühne, maleriſche Veräſtelung der Eiche an die Seite ſtellt, die er durch die Pracht ſeines Laubes, ſowie durch den Nutzen ſeiner Früchte weit übertrifft, die edle Kaſtanie nämlich. Pyrenäen, Alpen und Kaukaſus bilden die Südgrenze dieſer Zone, in welcher mehr nach Oſten die Linde

und Ulme in so reichlichem Maaße zur Waldbildung beitragen, daß erstere selbst den Verwüstungen widersteht, welche die Esthen zur Anfertigung ihrer Lindenbastschuhe anrichten. In dem Hopfen, Epheu und der Waldrebe finden sich hier die ersten Repräsentanten tropischer Schlingpflanzen ein. Mit dem düstern Schatten der Wälder wechselt das lachende Grün der Wiesen, und der Mensch hat sich in Besitz der Erde gesetzt, die wilde Vegetation bis auf das Nothwendigste für Holz- und Heubedarf beschränkend, und reiche Saaten lohnen seinem Fleiß. — Wir verlassen diese Zone der sommergrünen Laubhölzer, um die Felsenmauer der Alpen zu übersteigen, wodurch eine weise Vorsehung den Deutschen gegen Süden beschränkt hat, die er vorwitzig überstieg, um aus dem sinnlichen und verderbten Süden seinem Volke unendliches Elend und Jahrhunderte durch zehrendes Siechthum zu holen. Hier treten plötzlich ganz andere Pflanzenformen auf; an die großen Wälder aus Laubhölzern, deren lederartige, glänzende Blätter den leichten Winter überdauern, um deren mächtige Stämme sich die Reben und feuerfarbigen Bignonien schlingen, schließen sich ähnliche Gebüsche von Myrte, Tinus, Erdbeerbäumen und Pistacien gebildet. Hin und wieder findet sich die Zwergpalme ein, Labiaten und kreuzblüthige, und schönblühende Cistrosen ersetzen im Sommer die Frühlingsflor duftender Hyacinthen und Narcissen, aber selten noch, in günstigsten Lagen erfreut sich das vom Glanz der immergrünen Blätter, oder von dem grellen Farbenspiel nackter, zackiger Gebirgszüge geblendete Auge des milden Schimmers grünender Wiesen. Dafür hat sich der Mensch in diesem Gürtel immergrüner Laubhölzer der Frucht der Hesperiden bemächtigt. Es ist

„Das Land, wo die Citronen blühn,
Im dunkeln Laub die Goldorangen glühn."

Aber weiter, immer weiter strebt das unersättliche Geschlecht des Japetus, keine Sage vom afrikanischen Wüstensande, keine Todesnachricht von den vielen kühnen Reisenden, die ausgingen, die Quellen des Nigers zu suchen, schreckt ihn zurück; an der Westküste Afrika's, auf den canarischen Inseln, findet er zwar nicht mehr den riesenmäßigen Hund, nach welchem, wie Pli-

nius berichtet, die Hundsinseln benannt sind, aber Flora baut ihm die reichsten Schätze, welche sie mit Hülfe der tropischen Sonne dem von Meeresdünsten durchfeuchteten Boden zu entlocken vermag. Um Sycomoren schlingen sich mächtige Cissusstämme, Capern und Bauhinien durchflechten die Gebüsche von balsamreichen Sträuchern gebildet. Schlank erhebt sich die Dattelpalme, und zu riesigen Holzmassen erwächst der Baobab. Die wunderlichen cactusähnlichen Formen blattloser Wolfsmilcharten, durch ihre giftige oder wohlschmeckende süße Milch ausgezeichnet, verrathen eine eigenthümliche Bildungskraft in der Natur, und der Drachenbaum in den Gärten von Orotava auf Teneriffa, eine riesige baumartige Lilienpflanze, erzählt dem sinnigen Lauscher die Sagen von vielen Jahrtausenden.

Sechs Vegetationsgürtel sind wir so durchzogen, in denen die allmälig steigende Temperatur des Klima's eine immer andere, eine üppigere Vegetation hervorrief, und wir beschließen unsere Wanderung, indem wir nach kurzer Rast unter jenen fünftausendjährigen Dracänen den Pic von Teyde ersteigen. Am flachen Fuße desselben hat der Mensch vom Boden Besitz genommen und die ursprüngliche Vegetation verdrängt. Durch Weinberge und Maisfelder steigen wir aufwärts, bis uns die Schatten immergrüner Lorbeeren umfangen. Seidelbastarten und ähnliche Pflanzen schließen sich an, wir durchwandern eine Zeit lang einen Gürtel immergrüner Laubhölzer. Auf einer Höhe von 4000 Fuß verlieren sich die Pflanzen, die uns bis dahin begleitet haben. Nur eine geringe Anzahl eigenthümlicher Gewächse deutet uns eine schnell durchschrittene Zone sommergrüner Laubhölzer an, und wir sind umgeben von den harzigen Stämmen der canarischen Kiefer. Ein Gürtel der Nadelhölzer schützt uns gegen die Sonnenstrahlen bis zu einer Höhe von 6000 Fuß, dann wird die Vegetation plötzlich niedrig, durch niedriges Gebüsch geht sie über in eine Flor, welche ganz den Charakter der Alpenkräuter trägt, bis zuletzt nackter Fels jedem organischen Leben eine Schranke setzt, und nur deshalb kein Schnee und Eis die Spitze des Berges bedeckt, weil seine Höhe von 11,430 Fuß bei einer dem Wendekreis so nahen Lage nicht bis in die Region des ewigen Schnees hinaufreicht. Den weiten Weg von Spitzbergen

) zu den Canaren, eine Ausdehnung von mehr als 50 Breiten-
ıden, haben wir, wenn wir ihn nach den Vegetationsgrenzen beur-
ilen, hier aufwärtsſteigend in wenigen Stunden zurückgemeſſen.“

Doch ich habe vielleicht ſchon zu lange verweilt bei den Pflanzen,
ſem Schmuck der Erde — und wie ſchmucklos für unſer Auge
ıß durch ihren Mangel der Mond ſein — deſſen Einfluß auf das
nſchliche Gemüth der Verfaſſer des Kosmos erſt im zweiten Theile
: vollen Anſchauung bringt. Laſſen Sie uns jetzt zu der höchſten
ufe organiſcher Entwickelung übergehen — zu dem Menſchen.

Neununddreißigſter Brief.

Der Menſch.

„Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen ſtrebe, unvollſtändig bleiben, wenn ich hier nicht den Muth hätte, das Menſchengeſchlecht in ſeinen phyſiſchen Abſtufungen, in der geographiſchen Verbreitung ſeiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechſelſeitig, wenngleich ſchwächer, auf ſie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu ſchildern. Abhängig, wenngleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, vom Boden, und den meteorologiſchen Proceſſen des Luftkreiſes, den Naturgewalten durch Geiſtesthätigkeit und ſtufenweiſe erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare ſich allen Klimaten aneignende Biegſamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geſchlecht weſentlich Theil an dem ganzen Erdenleben.“

A. H.

Dem Menſchen iſt das am intereſſanteſten, was ihm am
chſten ſteht. Einem natürlichen Gefühle folgend, beginnt man
rum den naturhiſtoriſchen Unterricht in früher Jugend am
ten mit dem Menſchen ſelbſt, daran die größeren ihn zunächſt
ıgebenden Thiere anſchließend, und ſo durch immer niedere
ufen der Organiſation bis zum Mineralreiche hinabſteigend.
ollte man dem Kinde zuerſt von den Steinarten erzählen, die
s Innere der Erde birgt, ſo würde es ſchwer ſein, ſeine Auf-
rkſamkeit zu feſſeln, während ihm Belehrungen über ſeine ei-
ne Organiſation ſogleich ſehr wichtig und anziehend erſcheinen.

Für die ernſteren Studien des Jünglings dagegen iſt der um-
kehrte Weg der richtigere, welcher von dem Einfacheren zu dem
ıſammengeſetzteren, von dem Niederen zu immer Höherem aufſteigt.

So geſchieht es nun, daß gewöhnlich der Studienweg durch

das Reich der Natur gewissermaßen zwei Mal zurückgelegt wird, hin und zurück. Und wie man die Schönheiten eines Thales nur dann vollständig auffaßt, wenn man es auf- und abwärts durchwandert, so ist es auch mit dem Studium der Natur. Bei der ersten Wanderung giebt man sich nur allgemeinen Eindrücken, dem Bewundern und Staunen hin. Auf dem Rückwege wird Alles gründlich durchforscht, und nun liegt der Genuß in den Einzelnheiten, in dem Auffinden von Ursache und Wirkung, in dem Auffinden allgemeinen Zusammenhanges.

Wir wenden also jetzt unsere Aufmerksamkeit uns selbst zu, dem Menschen, der sich stolz „Beherrscher der Erde" nennt.

Ob es mehrere Arten Menschen gebe oder nur verschiedene Formen derselben Art? Das ist die erste Frage, welche sich uns aufdrängt, wenn wir die große körperliche und geistige Verschiedenheit der Menschenstämme ins Auge fassen. Welche Umstände hierüber sicher entscheiden können, ist kaum zu bestimmen, und deshalb die Frage nie absolut zu beantworten. Die Gleichheit oder Ungleichheit der Abstammung von einem oder mehreren Paaren kann nicht historisch erwiesen, sondern nur aus den factischen Zuständen gefolgert werden, denn historische Traditionen gelten dem Naturforscher nicht als Beweise. Der Knochenbau ist bei den verschiedenen Menschenstämmen zuweilen ungleicher, als bei Pferd und Esel, die alle Zoologen als verschiedene Arten anerkennen. Die Ungleichheit äußerer Form, Größe und Farbe ist dagegen bei den Hunden, die man doch alle als zu einer Art gehörig betrachtet, noch bedeutender als beim Menschen. Sprache und Sitten ändern sich, und ihre Verwandtschaft, oder gegenseitige Unabhängigkeit bleibt oft zweifelhaft.

v. Humboldt entscheidet sich für die Einheit des Menschengeschlechtes, und zwar wegen der vielen Mittelstufen, wodurch die extremen Typen mit einander verbunden sind, die man außerdem allerdings als gesonderte Arten zu betrachten, würde berechtigt sein.

Lassen Sie uns zunächst einen Blick auf die verschiedenen Eintheilungen des Menschengeschlechtes werfen, welche man versucht hat. Ich will Sie nicht damit ermüden, Ihnen alle aufzuzählen, aber die wichtigeren müssen Sie mir gestatten, Ihnen vorzuführen.

umenbach theilte die Menſchenſpecies in 5 große Varietäten, n er die Kaukaſiſche als die urſprüngliche betrachtete. Seine Ein- iſt folgende:

Kaukaſier.
Malayen. Amerikaner.
Aethiopier. Mongolen.

ier führte alle Zweige des Menſchengeſchlechtes auf drei Haupt- urück. Seine Eintheilung iſt folgende:

iſcher Stamm.

- **Armenier.**
  - Aſſyrier.
  - Chaldäer.
  - Araber.
  - Phönizier.
  - Hebräer.
  - Abyſſinier.
  - Aegypter?
- **Indier.**
  - Sanscrit Race.
    - Alte Perſer.
    - Hindus.
  - Pelasgiſche Race
    - Celten?
    - Griechen.
    - Lateiner.
  - Gothiſche Race.
    - Deutſche und Holländer.
    - Engländer.
    - Dänen u. Schweden.
  - Slaviſche Race.
    - Ruſſen.
    - Polen.
    - Böhmen.
    - Wenden.
- **Scythen und Tartaren.**
  - Parther.
  - Türken.
  - Finnländer.
  - Ungarn.

ongoliſcher oder ſcher Stamm.

- Kalmücken.
- Kalkas-Mongolen.
- Mandſchu's.
- Japaneſen und Koreaner.
- **Sibirier.**
  - Samojeden.
  - Lappländer.
  - Eskimo's.

Hierzu rechnet er wegen ihres Schädelbaues auch die amerikaniſchen Racen.

Neger oder iſcher Stamm.

Von Cuvier nicht ſcharf geſondert.

Fiſcher giebt in ſeiner Synopsis mammalium nachſtehende Eintheilung:

Japetiſche Race.	Caucaſicus.	Caucaſicus.	Georgier u. ſ. w.
		Pelagicus.	Griechen, Römer u. ſ. w.
		Celticus.	Gallier, Schotten, Bretagner.
		Germanicus.	Deutſche, Engländer, Dänen.
		Slavonicus.	Böhmen, Polen, Lithauer u. ſ. w.
	Arabicus.	Atlanticus.	Phönizier, Numidier. Guanchen.
		Adamicus.	Abyſſinier, alte Aegypter, Juden, Armenier, Araber.
	Indicus.	Hindu's.	
Malaiſche Race.	Occidentalis.	Neuſeeländer, Geſellſchafts-, Freundſchafts-, Sandwich-Inſulaner. Alte Peruaner. Mexikaner?	
	Papuenſis.	Papu's. Neu-Guinea, Waigui u. ſ. w.	
Scythiſche Race. (Kalmücken, Mongolen.)	Sinicus.	China, Korea, Japan, Tonkin.	
	Hyperboreus.	Grönländer, Lappländer, Oſtiäken, Eskimo's.	
Amerikaniſche Race.	Patagonus.	Patagonier.	
Columbiſche Race.	Eingeborene von Nordamerika, dem öſtlichen Mexiko, den Antillen u. ſ. w.		
Aethiopiſche Race.	Caffer.	Süd-Afrika, zwiſchen 20° und 42° ſüdl. Br. u. die Küſten von Madagaskar.	
	Melanoides.	Madagaskar, Küſten von Neu-Guinea, Neu-England, Buka, Fidſchi-Inſeln, Vandiemens-Land. Papu's, Madekaſſen.	
	Hottentottus.	Am Vorgebirge der guten Hoffnung.	
Polyneſiſche Race.	Alforeſen, Auſtralier. Bewohner der Molukken und Philippinen. Virzimbern von Madagaskar.		

ſon hat zwei Eintheilungen der Menſchenſtämme verſucht, die ſeinem Werke Species des Mammifères iſt dieſe:

eiße Race.	Araber.	1) Araber.	
		2) Hebräer.	
	Kaukaſier.	3) Kaukaſier.	
		4) Griechen.	
		5) Türken und Tartaren.	
	Celten.	6) Celten.	
	Teutonen oder Germanen.	7) Skandinavier.	
		8) Slaven.	
		9) Finnen.	
braunſchwarze oder irzliche Race.	Hindu's.	10) Indier.	
		11) Zigeuner.	
		12) Abyſſinier.	
		13) Owa's oder Madekaſſen.	
	Kaffern.	14) Kaffern.	
	Papu's.	15) Papu's oder Neger-Malayen.	
		16) Alforeſen.	
	Endamenen.	17) Auſtralier.	
efarbige Race.	Malayen.	18) Malayen.	
elbe Race.	Mongolen.	19) Chineſen.	
		20) Tunguſen.	
		21) Kalmücken.	
		22) Eskimo's.	
	Mongolen-Pelasger.	23) Tagaleſen oder Karoliner.	
	Oceanier.	24) Oceanier.	
		25) Dagaks.	Batta's. Alforeſen u. ſ. w.
	Amerikaner.	26) Amerikaner.	Ando-Peruaner. Pampa-Indianer. Guaraner.
othe Race.	Karaiben.	27) Karaiben.	Karaiben. Senecas. Mohawks. Chippeway's.
	Neger.	28) Aethiopier.	
	Aſiatiſche Neger.	29) Mihada oder Pulieda.	Bhil's von Maleva. Kulls v. Guzerate. Kuirs.
warze Race.	Nigritier.	30) Aetas.	Neger „del Monte." Endamenen.
	Tasmanier.	31) Tasmanier v. Vandiemensland	
	Hottentotten.	32) Hottentotten.	
	Buſchmänner.	33) Buſchmänner.	

Einfacher iſt die folgende Eintheilung, welche Dumeril vorgeſchlagen hat:

1) Kaukaſiſche oder arabiſch-europäiſche Varietät.
2) Hyperboräiſche Varietät.
3) Mongoliſche Varietät.
4) Amerikaniſche Varietät.
5) Malayiſche Varietät.
6) Aethiopiſche Varietät.

Und noch einfacher die Lindenſchmit's[20]), welcher nur drei Hauptracen unterſcheidet:

Skythen, klein mit Spitzaugen und meiſt zu Pferd.
Celten, Germanen, blond, blauäugig.
Aethiopier, Mohren.

Die Germanen ſtammen nach ihm aus Europa, ſind aber bis Aegypten vorgedrungen und ſpäter nach dem Norden zurückgekehrt.

Nach dem ſogenannten Geſichtswinkel theilte Virey die Menſchen auf folgende Weiſe ein:

Geſichtswinkel 85 bis 90 Grad.	Weiße Race.	Araber, Indier, Celten, Kaukaſier.
	Gelbbraune Race.	Chineſen, Kalmücken, Mongolen, Lappen.
	Kupferfarbene Race.	Amerikaner oder Karaiben.
Geſichtswinkel 75 bis 85 Grad.	Dunkelbraune Race.	Malayen od. Indier.
	Schwarze Race.	Kaffern. Neger.
	Schwärzliche Race.	Hottentotten. Papu's.

Desmoulin ſchlug folgende Eintheilung vor:

1) Celten, Scythen, Araber.
2) Mongolen.
3) Aethiopier.
4) Oſt-Afrikaner.
5) Süd-Afrikaner.
6) Malayen oder Oceanier.
7) Papu's.
8) Neger-Oceanier.
9) Auſtralier.
10) Columbier.
11) Amerikaner.

Bory de St. Vincent hat die Haare als Haupteintheilungsgrund benutzt. Seine Eintheilung iſt die folgende:

Racen mit glattem ſchlichtem Haar.

A) In der alten Welt.

I. Japetiſcher Stamm.
- a) Mit weiter Kleidung. Frauen als Sklavinnen.
  - 1) Kaukaſiſche Race: Mingrelier, Circaſſier, Georgier.
  - 2) Pelasgiſche Race: alte Griechen und Römer.
- b) Mit anſchließender Kleidung. Frauen ebenbürtig.
  - 1) Celtiſche Race: Gallier, alte Briten.
  - 2) Germaniſche Race: Teutonen und Slaven.

II. Arabiſcher Stamm.
- a) Atlantiſche Race: alte Aegypter, Völker Nord-Afrika's.
- b) Adamitiſche Race: Hebräer und andere Syrier.

III. Indiſcher Stamm.

IV. Scythiſcher Stamm. In der Bucharei, in Daurien, im Oſten des kaspiſchen Meeres u. ſ. w.

V. Chineſiſcher Stamm.

VI. Hyperboräiſcher Stamm. Lappländer, Samojeden ꝛc.

VII. Neptuniſcher Stamm.
- a) Malayen.
- b) Oceaniſche Völkerſchaften (Neuſeeländer u. ſ. w.).
- c) Vermiſchte Papus-Race.

VIII. Auſtraliſcher Stamm.

B) In der neuen Welt.

IX. Columbiſcher Stamm. Am Lorenzſtrom, in Mexiko, auf den Antillen, in Guyana und Cumana.

X. Amerikaniſcher Stamm. Am Orinoko und Amazonenſtrom, in Braſilien, Paraguay und Chile.

XI. Patagoniſcher Stamm.

Racen mit krauſem Haar (Neger).

In Afrika und der Südſee.

XII. Aethiopiſcher Stamm. Neger oder ſchwarze Racen von Mittel-Afrika.

XIII. Kaffern-Stamm. In Süd-Afrika.

XIV. Melaniſcher Stamm. Madagaskar, Neu-Guinea Fidſchi-Inſeln, Vandiemensland.

XV. Hottentotten-Stamm. In Süd-Afrika.

Eine ſehr beachtenswerthe Eintheilung der Menſchenſtämme hat Linnaeus Martin[22]) verſucht. Es iſt die nachſtehende:

I. Japetiſcher Stamm.
Kopf oval; Stirn frei; Naſe vorragend; Backenknochen kaum vorſpringend; Jochbogen mäßig zuſammengedrückt; Ohren klein und dicht anliegend; Zähne ſenkrecht ſtehend; Kinn wohlgebildet; Haar lang, ſelten kraus, nie wollig; Bart voll; Farbe verſchieden.

- Europäer.
  - Celten. — Verſchiedene Völkerſchaften dieſes Zweiges, welche verſchiedene Dialekte einer Sprache redeten, waren ausgebreitet über Gallien, Niederdeutſchland, Italien, Spanien und die britiſchen Inſeln.
  - Pelasger. — Griechen u. Römer.
  - Teutonen. — Gothen, Vandalen, Alemannen, Franken, Germanen, Angeln u. ſ. w. Sonſt im nordweſtlichen Europa.
  - Slaven. — Ruſſen, Polen, Croaten, Böhmen, Bulgaren und Koſaken.
- Aſiaten.
  - Tartaren. — Alte Scythen, Parther, Tartaren, Kirgiſen, Usbeken.
  - Kaukaſier. — Georgier, Tſcherkeſſen, Mingrelier.
  - Semiten. — Araber, Hebräer, Aſſyrier, Chaldäer, Phönizier.
  - Sanscriten. — Hindu-Völkerſchaften.
- Afrikaner.
  - Mizramiten. — Alte Aegypter u. Aethiopier, Abyſſinier, Berbern, Guanchen (der canariſchen Inſeln).

II. Neptuniſcher Stamm.
Kopf rund, zuweilen an den Seiten abgeplattet; Geſicht etwas oval; Backenknochen und Jochbogen vorragend; Augen weiter auseinander als bei I. und etwas gegen die Naſe geſenkt; Iris ſchwarz; Zähne ſenkrecht; Haar lang, ſchlicht, ſchwarz; Bart dünn; Glieder wohlgeformt; Fußſohlen klein; Haut lohfarbig oder gelblichbraun.

- Malayen. — Eingeborene der malayiſchen Halbinſel und Bewohner der Küſten der Inſeln des indiſchen Archipelagus.
- Polyneſier. — Owa's von Madagaskar, Neu-Seeländer, Sandwich-Inſulaner, vielleicht auch die Anſiedler, welche die Reiche von Peru und Mexiko gründeten.

III.
Mongoliſcher Stamm.

Kopf am Scheitel erhöht; Geſicht platt, breit; Kieferbeine und Jochbogen vorragend und ſehr weit; Augen klein, ſchmal, ſchräg; Augenlider geſchwollen; Augenbrauen gewölbt; Naſe plattgedrückt, mit weit offenen Löchern; Kinn faſt ohne Bart; Kopfhaare ſtraff, ſchlicht, ſchwarz; Ohren groß und weit; Mund weit, Zähne ſenkrecht; Haut gelblichbraun.

Mongolen.	Mongoliſche Tartaren, Mandſchu's, Kalmücken, Chineſen, Koreaner, Japaneſen und Eingeborene von Tibet, Butan, Owa, Pegu, Siam u. ſ. w.
Hyperboräer.	Oſtiäken, Tunguſen, Samojeden, Tſchuktſchen, Lappländer, Eskimo's.

IV.
Prognatiſcher Stamm.

Kiefer groß, vorragend; Schneidezähne ſchräg nach vorn ſtehend; Stirn ſchmal; Kopf ſeitlich zuſammengedrückt; Backenknochen und Jochbogen vorragend; Lippen aufgeworfen; Naſe platt gedrückt mit weiten Löchern; Haar meiſt wollig, ſeltener kraus oder ſtraff und lang; Bart dünn und ſteif; Haut ſchwarz bis braun.

Afrikaniſche Neger.	Neger, Kaffern.
Hottentotten.	Namaaqua's, Kora's (Korana's), Gonaaqua's, Saabs (Buſchmänner).
Papu's.	Neu-Guinea, Fidſchi-Inſeln, Vandiemensland, Madagaskar.
Alfuru's (Alforeſen).	Neu-Guinea, einige Inſeln des indiſchen Archipelagus, Neuholländer und Virzimbern von Madagaskar.

V.
Occidentaliſcher Stamm.

Stirn abgeplattet; Scheitel ziemlich erhaben (oder künſtlich niedergedrückt); Backenknochen und Jochbogen rund vorragend; Augen enggeſchlitzt, meiſt ſchräg; Naſe ziemlich erhaben, zuweilen gedrückt, mit weit offenen Löchern; Mund groß; Zähne etwas ſchräg ſtehend; Haar lang, borſtig, ſchwarz; Bart ſehr dünn; Haut dunkelgelb oder kupferbraun.

Columbier.	Nordamerikaniſche Indianer. Eingeborene von Mexiko, Florida und den karaibiſchen Inſeln, von Jukatan u. Columbia bis zum Aequator.
Südamerikaner.	Eingeborene von den Ufern des Amazonenſtroms und des oberen Orinoko, von Braſilien, Paraguay und Chile (Aturen, Otomaken, Botikuden).
Patagonier.	Patagonier.

Die bedeutendſte Arbeit über dieſen Gegenſtand verdanken wir ganz neuerlich Prichard[23]). Er hat vorzugsweiſe nach der Form des Schädels, aber unter ſteter Berückſichtigung anderer Charaktere, folgende 7 Hauptracen aufgeſtellt:

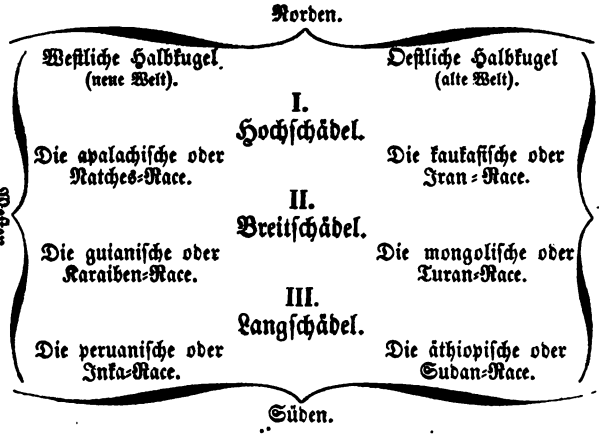
1) Iranier (Kaukaſier), dazu gehören die Europäer und die ihnen verwandten Völkerſtämme.
2) Turanier (Mongolen), Kalmücken, Mongolen, Chineſen u. ſ. w.
3) Amerikaner mit Ausſchluß der Eskimo's und der ihnen verwandten Stämme.
4) Hottentotten und Buſchmänner.
5) Neger.
6) Papu's (wollhaarige Völkerſtämme Polyneſiens).
7) Alfuru's und auſtraliſche Racen.

Ganz nach der Schädelform haben neuerlich Burmeiſter und Zeune Eintheilungen verſucht, und Klemm unterſcheidet blos active und paſſive Völkerſtämme, indem er dabei ihr Eingreifen in die Weltgeſchichte im Auge hat. Erſterer unterſcheidet[24])

1) Nationen mit elliptiſcher Schädelbildung. Dahin gehören nach ihm: Neger, Kaffern, Hottentotten, Papu's und ein großer Theil der amerikaniſchen Völkerſchaften. Sie zerfallen in:
   a) Schwarze kraushaarige (Neger und Papu's).
   b) Braune kraushaarige (Hottentotten).
   c) Rothbraune ſchlichthaarige (Karaiben).
2) Nationen mit quadratiſcher Schädelbildung. Es gehören dazu einige amerikaniſche Stämme, die Samojeden, Mongolen und Chineſen. Sie zeichnen ſich durch hellgelbe Hautfarbe, ſchwarzbraune hängende Haare, ſchwachen Bart, breite Naſe und ſchief geſchlitzte Augen aus.
3) Nationen mit ovaler Schädelbildung. Es gehören dazu alle Kaukaſier Blumenbach's, viele Südſeeinſulaner und wahrſcheinlich auch die alten Mexikaner.

Zeune[25]) hat folgendes gar künſtliches Schema entworfen, welches, wenn es wahr wäre, ſehr intereſſant ſein würde,

aber es ſchmeckt ſehr nach ſogenannter Naturphiloſophie, und Retzius[26]) hat auch bereits ſeine Unhaltbarkeit erwieſen.



Sehen Sie, ſo verſchieden hat man uns Menſchenkinder einzutheilen verſucht, indem man dabei bald den Knochenbau, bald die Hautfarbe oder Haarform, bald Sprachen, bald Sitten als Unterſcheidungsmerkmale benutzte. Am meiſten liefern dieſe Eintheilungen einen Beweis von dem Syſtematiſirungstrieb der gelehrten Europäer, dann aber allerdings auch von der großen factiſchen Verſchiedenheit der Menſchenſtämme, und zugleich davon, daß ſie durch zahlreiche Uebergangsformen verbunden ſind. Wollen Sie die Verbreitung der einzelnen Racen über die Erdoberfläche verfolgen, ſo kann ich Ihnen dazu wieder nichts Beſſeres empfehlen, als die achte Abtheilung von Berghaus' phyſikaliſchem Atlas.

Es iſt nun über die Abſtammung des Menſchengeſchlechtes von einem oder mehreren Paaren; über den erſten Wohnplatz, das ſogenannte Paradies; über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der einzelnen Menſchenſtämme viel geſtritten worden. Religiöſer Fanatismus hat ſich häufig in den Streit gemengt, und das Forſchen nach Wahrheit vielfach getrübt. Wenn es wahr ſein ſollte, was ich, wie manche Andere, anzunehmen mich für berechtigt halte, daß alle organiſchen Formen nur Stufen einer langen Entwickelungsreihe ſind, und daß immer eine aus

der anderen hervorgegangen iſt, ſo wird dadurch der Standpunkt für Beurtheilung jener Probleme gänzlich verändert.

In der That, es wird mir gerade bei dem Menſchen, dieſem vollendetſten Organismus auf der Erde, am meiſten unmöglich, zu denken, daß er plötzlich durch neue Schöpfung hervorgebracht ſei. Wir haben geſehen, daß ſelbſt bei den niedrigſten Thieren und Pflanzen die ganz unerwieſene Annahme, ſie entſtänden zuweilen ohne Aeltern, durch genauere Unterſuchung immer weiter und weiter zurückgedrängt wird, ſo nämlich, daß die Fälle, in denen man eine ſolche generatio aequivoca behaupten zu können glaubte, immer wieder ungültig werden; und dennoch ſollte jede organiſche Form zuerſt durch einen ſolchen Act entſtanden ſein, von dem noch kein Beiſpiel hat beobachtet werden können? Das iſt mindeſtens höchſt unwahrſcheinlich, und will man es annehmen, ſo muß man für dieſe Vorgänge alle wiſſenſchaftliche Forſchung aufgeben und ſich einem blinden Glauben überlaſſen. — Wahr iſt es freilich, daß bei den höheren Thierformen und insbeſondere beim Menſchen die Uebergänge der Arten fehlen. Wir können, wenn wir der Entwickelungstheorie folgen, für den Menſchen, ſeinem ganzen Bau nach, nur den Affen als Ausgangspunkt betrachten, und dieſe Gattung zeigt ſelbſt in ihren höchſten Arten: dem Chimpanſee und Orang, noch ſo weſentliche Abweichung vom Menſchen, daß wir billig den Sprung zu groß finden und nach Zwiſchenſtufen fragen müſſen. Hier aber kommt uns die Erfahrung zu Statten, daß untergeordnete Racen nie lange neben höher entwickelten derſelben Art beſtehen können. Gab es einſt eine noch niedrigere Menſchenrace als die jetzt beſtehenden, ſo wird ſie durch dieſe bald genug zu gleicher Stufe erhoben, oder unterdrückt und ausgerottet worden ſein. — Aber warum findet man dann ihre Knochenüberreſte nicht im foſſilen Zuſtande? — Viele Möglichkeiten ſind denkbar, um dieſen Umſtand zu erklären, unter anderen auch die, daß, was noch nicht gefunden worden iſt, noch gefunden werden kann, da man z. B. auch lange vergeblich nach foſſilen Affenreſten geſucht hat, deren erſte erſt vor wenigen Jahren aufgefunden wurden. Aber ſolche Hülfshypotheſen ſind allerdings unzuläſſige, denn es iſt beſſer, gar nicht erklären, als ohne hinreichende Gründe erklären.

Sie ſehen, die Beweismittel verlaſſen mich hier. Es bleibt eine auf Analogien geſtützte Annahme, wenn ich die erſten Menſchen nicht für beſonders erſchaffen, ſondern für entſtanden halte; aber nicht einmal durch Analogien geſtützt, vielmehr gegen alle Analogie iſt die Annahme plötzlicher Erſchaffung. Bedenken mögen Sie dabei auch, daß der Menſch nach den trefflichen Unterſuchungen Henne's[27]) jedenfalls ein viel älterer Bewohner der Erde iſt, als man bisher zu glauben gewohnt war.

Wie Cuvier aus etlichen zerſtreuten Knochen ganze Thierſkelette conſtruirte, ſo hat Henne aus Bruchſtücken und Excerpten des Manethon'ſchen Werkes einen chronologiſchen Bau gezimmert, der, wie er ſich ausdrückt, die Bibel nicht demoliren, ſondern nur ihre Zeitrechnung berichtigen ſoll. Manethon, Oberprieſter von Heliopolis und aller ägyptiſchen Weisheit kundig, hat ſein Werk aus den unvergänglichen Steindenkmalen ſeines Landes gleichſam abgeſchrieben und in drei Büchern 375 Pharaonen oder Monarchen des Nilſtaates in ſucceſſiver Ordnung aufgeſtellt. Für dieſe 375 Pharaonen ergiebt ſich aus den Einzelnheiten eine Regierungszeit von 6117 Jahren. Manethon ſelbſt lebte 350 vor Chriſtus, dieſe Zeit zugerechnet, erhalten wir die Summe von 6467 Jahren vor der chriſtlichen Zeitrechnung als beglaubigten Anfang der großen, ſchon durch Monumente koloſſaler Natur und einen Kraftaufwand fabelhaften Umfanges verherrlichten ägyptiſchen Monarchie. Das iſt alſo 8315 Jahre vor heute. Wie viel Zeit es forderte, bis eine ſtaatliche Erſcheinung dieſer Art möglich war und ſich geſtalten konnte, iſt eine Frage, die natürlich weit jenſeit aller Erkenntnißquellen in die ungezählten und denkmalloſen Aeonen der Dunkelheit hinüber ſtreift. Daß der Menſch nicht mit ſeinem erſten Betreten der Erde anfing, Denkmale zu errichten, daran wird wohl Niemand zweifeln. So viel werden Sie mir ferner ſicher zugeben, daß der Europäer zu ſeiner jetzigen Stufe der Cultur und Geſittung, zu ſeinen heutigen Kenntniſſen nur durch eine lange Entwickelungsreihe ſich empor gearbeitet haben kann; daß in dieſem Punkte ein beſtändiges Vorſchreiten unverkennbar iſt, und daß, dies zugegeben, die erſten Menſchen in ihrem Weſen den Affen jedenfalls viel ähnlicher geweſen ſein müſſen als wir, oder als ſelbſt die jetzt uncultivirteſten Nationen, werden Sie

ebenfalls nicht beſtreiten wollen. Selbſt die Sprache kann nur das Reſultat langer Entwickelung ſein, wir finden ſie, wie alle Cultur und alles Wiſſen, bei einigen Menſchenſtämmen, die ſicher ſchon Jahrtauſende exiſtiren, noch jetzt in ſehr unvollkommenen Stadien, und aus der langſamen Entwickelung bei ihnen können wir einigermaßen ſchließen auf die Zeit, welche nöthig geweſen iſt, um bei den bevorzugten Nationen der Erde die erſten Traditionen, bildlichen oder ſchriftlichen Aufzeichnungen möglich zu machen. Die Bevorzugung der einen Race vor den anderen beruht aber urſprünglich auf den der Entwickelung günſtigeren klimatiſchen und Bodenverhältniſſen, und durch dieſe zeichnet ſich Europa unſtreitig vor allen Theilen der Erde aus.

Wenn Sie nun mit mir annehmen wollen, der Menſch ſei jetzt die höchſte Entwickelungsſtufe der organiſchen Welt, und nicht durch beſondere Schöpfung, ſondern durch allmälige Vervollkommnung durch Tauſende von Generationen hindurch aus ihr hervorgegangen, ſo fällt zunächſt die Frage über die Abſtammung von einem oder von mehreren Paaren von ſelbſt als überflüſſig hinweg, weil dieſe Weiterentwickelung von Generation zu Generation nothwendig auf alle Individuen einer Art (z. B. Affenart) bezogen werden muß, welche ſich unter den dazu günſtigen Verhältniſſen befanden, während andere unter anderen Verhältniſſen in ihrem Zuſtande beharrten oder in einen ganz anderen, vielleicht niederen übergingen.

Eine ſolche Abſtammung des Menſchen iſt freilich Vielen zuwider, weil Sie ihren Stolz oder ihre religiöſe Anſchauung dadurch verletzt fühlen; aber das ſind Vorurtheile, nicht Gründe. Das menſchliche Individuum durchläuft als Fötus noch jetzt die Zuſtände mehrerer Thierklaſſen. Die berühmteſten Anatomen haben gezeigt, daß wir vor der Geburt zuerſt einem wirbelloſen Thiere gleichen, dann einige Zeit einem Fiſch, nachher einem Reptil, und nun erſt tritt der Charakter des Säugethieres ein. Das iſt eine Thatſache, die nicht wenig zu Gunſten unſerer Anſicht ſpricht. Der welthiſtoriſche Entwickelungsproceß des ganzen Geſchlechtes ſcheint hier in die Entwickelung des Individuums vor ſeiner Geburt zuſammengedrängt zu ſein. Sollte wirklich auch Ihr Menſchenſtolz ſich ſträuben gegen ſo niedere Herkunft? — Laſſen Sie uns vielmehr ſtolz ſein auf das, was

wir geworden ſind, obwohl ſich unſer Urſprung in ſo niedere Regionen verliert; es würde weit demüthigender ſein, wenn wir von Engeln abſtammten und nach und nach Menſchen geworden wären, wie es nur demüthigend für einen Unterthan ſein kann, von einem König abzuſtammen. Wenn aber eine beſondere religiöſe Anſchauung ſich der Erforſchung der Wahrheit in den Weg ſtellt, ſo kann und mag ich gegen dieſe an ſich nicht kämpfen, ich muß ſie nur als Etwas, was mit wiſſenſchaftlicher Forſchung nichts gemein hat, aus dieſem Bereiche zurückweiſen, und hinzufügen will ich, daß die Welt anbetungswürdig genug bleibt, wenn man auch alle ihre Einzelnheiten als geſetzmäßig und keine als ein Wunder erkennen ſollte.

Es beantwortet ſich ferner durch unſere Annahme die Frage über die gleiche oder ungleiche Bildungsfähigkeit und Berechtigung der Menſchenſtämme von ſelbſt. Iſt jeder Zuſtand ein Reſultat allmäliger Entwickelung, ſo iſt auch die Bildungsfähigkeit, theoretiſch genommen, eine allgemeine, die Berechtigung eine gleiche. Die factiſchen Unterſchiede ſind dann offenbar nur durch äußere Umſtände bedingte Entwickelungsſtadien und Formen. Unter den günſtigſten Umſtänden erfolgte die höchſte Entwickelung.

So iſt es, wenn man von allen Zeitverhältniſſen abſieht. Aber für die Praxis bleibt freilich, ſobald man die nöthigen Entwickelungszeiten berückſichtigt, eine ungleiche Bildungsfähigkeit und deshalb gewiſſermaßen ungleiche Berechtigung der Menſchenracen im Ganzen unleugbar. Es iſt noch nicht gelungen, einen ſehr tief ſtehenden Völkerſtamm als ſolchen durch Erziehung weſentlich zu heben, nur einzelne Individuen hat man auf dieſe Weiſe gebildet. Alles ſpricht dafür, daß viele Tauſende, vielleicht Hunderttauſende von Jahren nöthig waren und nöthig ſind, um eine beſondere Menſchenrace entſtehen zu laſſen, oder ganz umzugeſtalten. Verſetzen Sie alle Europäer nach Afrika und alle Neger nach Europa, überlaſſen Sie dieſelben dann ganz ſich ſelbſt, ſo wird nach einigen Jahrhunderten noch wenig in den Bildungszuſtänden beider geändert ſein, aber nach vielen tauſend Jahren können Sie allerdings erwarten, in Europa wieder wie jetzt die höher entwickelte Race zu finden, in Afrika die niedere, wenn auch die nach Afrika verſetzten Europäer gewiß nicht bis zum Standpunkt der jetzigen Neger herabſinken würden.

Aber zu den natürlichen Einflüſſen der Bodengeſtaltung und des Klima's hat ſich ein weit mächtigerer geſellt, das iſt der Verkehr. Er bewirkt die Entwickelung des Menſchen durch den Menſchen. Aber nicht immer werden niedere Menſchenracen, wenn ſie mit höheren in Verkehr treten, in ihrer Entwickelung gefördert. Einzelne Individuen allerdings haben dieſen Gewinn ſtets, aber der ganze Stamm wird, beſonders wenn der Bildungsunterſchied ſehr groß iſt, häufiger unterdrückt und geht der Vernichtung entgegen. Beiſpiele dieſes Vorganges ſind mehrfach bekannt.

Was ich hier urſprünglich den Einflüſſen des Bodens und Klima's zuſchreibe, das ſuchen Andere, wie Burmeiſter, in der ungleichen Abſtammung, aber das Reſultat bleibt daſſelbe. Die Bewohner der günſtigſten Erdtheile haben die anderen Völker weit überholt und werden nun nothwendig ihre Unterdrücker, da die Heranbildung Einzelner zwar, nicht aber ganzer Racen, durch Beiſpiel und Erziehung ſchnell genug möglich iſt. Burmeiſter ſagt ſehr ſchön und wohl auch in der Hauptſache ſehr richtig: „Germaniens Söhne waren auserkoren, den ſeltenen Verein von griechiſcher Genialität mit jüdiſcher Religioſität als den Kern der neueren Zeit und den Samen aller nachfolgenden, lebendigen Völker über den Erdball zu verbreiten. Das Licht, welches dieſer Stern ausſtrahlt, wird ein verſengendes Feuer für alle Nationen werden, die gleich Pilzen im feuchten Schatten der Wälder gedeihen wollen; es wird ſie verſengen und demnächſt ganz vernichten."

Auch die Frage nach dem Ort der Entſtehung des Menſchengeſchlechtes wird bei unſerer Vorausſetzung in ſo fern eine müßige, als es in der Natur der Sache liegt, daß überall, wo die Grundbedingungen gegeben, die äußeren Verhältniſſe günſtig waren, gleichzeitig oder in ſehr weit auseinander liegenden Perioden Menſchen ſich entwickeln mußten. Dieſe Localitäten können in dem Verlaufe ſo vieler Jahrtauſende durch ſogenannte geologiſche Ereigniſſe zum Theil ganz verändert oder ſogar unter das Meer verſenkt ſein, und in keinem Falle iſt zu erwarten, daß wir ſie jetzt noch mit Sicherheit zu ermitteln vermögen.

Nachdem ich Ihnen meine Anſichten über die jedenfalls in großes Dunkel gehüllte Entſtehung des Menſchen mitgetheilt

habe, eine Anſicht, in welcher zugleich die Erklärung der Ungleichheit der Racen enthalten iſt, laſſen Sie uns jetzt noch einen Blick auf die geiſtige Entwickelung des Menſchen überhaupt werfen.

Es wird von keinem hierüber Urtheilsfähigen mehr beſtritten, daß das, was wir Geiſtesthätigkeit nennen, vom Hirn ausgeht, und daß deſſen Größe und Beſchaffenheit mit dem Grad der Geiſtesthätigkeit in genauem Verhältniß ſteht. Durch alle Thierklaſſen hindurch, welche überhaupt ein abgeſondertes Hirn haben, läßt ſich dieſes Verhältniß verfolgen. In keinem anderen Organ drückt ſich die höhere Entwickelung ſo conſequent aus, als im Hirn. Von dem Fiſch anfangend, nimmt es durch die höheren Thierklaſſen beſtändig an relativer Größe und Mannichfaltigkeit des Baues zu, bis es endlich im Menſchen die höchſte Stufe der Entwickelung erreicht. Das Gehirn des Menſchen iſt im Verhältniß zur Körpergröße weit größer als das aller Thiere, ja es iſt mit wenigen Ausnahmen abſolut das größte, und dazu zeigt es noch durch die ſogenannten Windungen eine Mannichfaltigkeit der Oberfläche und des Baues, wie ſie bei keinem Thiere ſich wiederfindet. Dieſe Unterſchiede laſſen ſich aber noch weit ſpecieller verfolgen. In der Klaſſe der Säugethiere iſt eine aufſteigende Reihe der relativen Hirngröße und der Entwickelung von den Cetaceen bis zu den Affen ganz unverkennbar und ſtets in voller Uebereinſtimmung mit dem Grade der Geiſtesthätigkeit, die ſich bei dieſen Thieren zeigt. Das Hirn des Europäers zeigt unſtreitig eine größere Abweichung von dem des Affen, als ſie zwiſchen irgend zwei anderen ſich nahe ſtehenden Thiergattungen ſtattfindet. Aber dazwiſchen ſtehen, was Ausbildung und Größe des Hirns betrifft, die weniger entwickelten Menſchenracen. Das Hirn des Menſchen iſt, wie ſein Schädel, ſehr ungleich bei den verſchiedenen Nationen und Individuen. Es iſt nicht nur verſchieden nach der Größe, ſondern auch nach der Geſtalt und dem Bau. Die Behauptung Tiedemann's, das Hirn der Neger ſei im Allgemeinen ganz gleich dem der Europäer, iſt durch die weit gründlicheren Unterſuchungen Dr. A. Combe's [33]) hinreichend widerlegt worden.

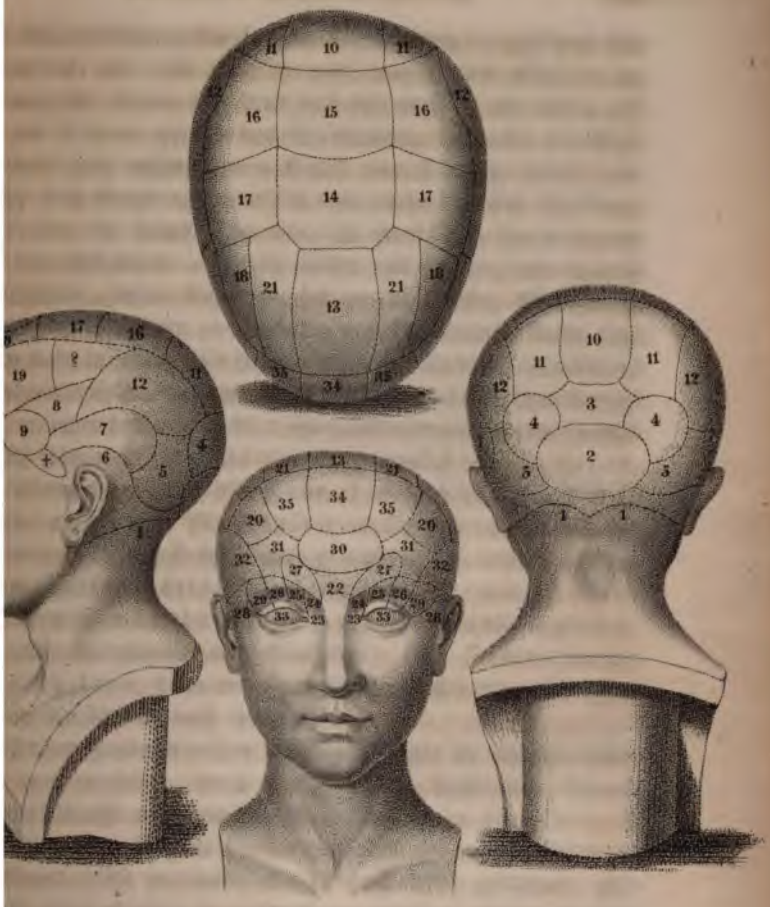
Wenn nun aber auch im Allgemeinen die Harmonie zwiſchen der Hirn- (oder Schädel-) Bildung und dem geiſtigen Leben der Thiere und Menſchen kaum noch von einem Phyſiologen

beſtritten wird, ſo findet doch die eigentlich nur conſequent daraus folgende Behauptung der Phrenologen, daß die ſpecielle Form und Größe des Hirns ſtets in Harmonie ſtehe mit der ſpeciellen oder individuellen geiſtigen Begabung, noch vielen Widerſpruch. Wenn Sie den Gegenſtand noch nicht kennen oder vielleicht nur aus den Berichten der Gegner kennen, ſo dürfte es mir ſchwerlich gelingen, Ihnen in den wenigen Zeilen, die mir hier für dieſen Zweck zu Gebote ſtehen, einen richtigen Begriff von einer Lehre zu geben, die von Theologen und Philoſophen, meiſt ohne ſie näher zu kennen, gleich heftig angefeindet worden iſt, von deren allgemeiner Richtigkeit aber nichts deſto weniger gar viele unbefangene und denkende Beobachter vollkommen überzeugt ſind.

Bei ſolcher Ueberzeugung muß ich nothwendig die Phrenologie für den wichtigſten Theil der Anthropologie halten, und ich kann dieſen Brief über den Menſchen trotz jenes Bedenkens unmöglich ſchließen, ohne Ihnen einen kurzen Ueberblick von Gall's Lehre, der ſogenannten Phrenologie, zu geben. Ich halte das für um ſo nöthiger, da dieſe Lehre von den Wenigen, die ſie kennen, eben ſo oft überſchätzt, als von denen, die ſie nicht kennen, falſch beurtheilt wird.

Gall und ſeine Nachfolger, die Phrenologen, haben durch Beobachtungen nachgewieſen, daß bei geſunden Menſchen eine gewiſſe Uebereinſtimmung zwiſchen der Kopfform und den Richtungen des Geiſtes und Gemüthes, mit einem Worte, der Seelenthätigkeit ſtattfindet. Dieſe empiriſchen Erfahrungen haben ſich zum Theil ſo vielfach beſtätigt gefunden, daß an der Wahrheit eines ſolchen conſtanten Verhältniſſes, zwiſchen der Form und Beſchaffenheit des Gehirns und den Phänomenen des Geiſtes (der Seele) eigentlich gar nicht mehr gezweifelt werden kann.

Wenn Sie die Köpfe Ihrer Mitmenſchen mit einiger Aufmerkſamkeit betrachten und vergleichen wollen, ſo werden Ihnen ſehr bald auffallende Unterſchiede ihrer Formen in die Augen fallen. Dieſe Unterſchiede ſind, wie nichts in der Natur, nicht zufällig und bedeutungslos, ſie hängen vielmehr ab von der Form des Hirnkörpers, und dieſe ſteht in Harmonie mit der individuellen Geiſtes- oder Charakterentwickelung. Sollten Ihnen zufällig einige beſonders auffallende Kopfformen von Perſonen,



ERLÄUTERUNG

der phrenologischen Büste nach Combe.

...HLSVERMÖGEN.

...hlechtstrieb	11. Beifallsliebe.
	12. Behutsamkeit.
	13. Wohlwollen.
...itstrieb	14. Ehrfurcht.
...trieb	15. Festigkeit.
...trieb	16. Gewissenhaftigkeit?
...ungstrieb	17. Hoffnung?
...rieb	18. Wundersinn.
...trieb	19. Idealität od. Sinn f. d. Schöne
...r Sinn	? Unbestimmt.
...ung	21. Nachahmungssinn?

INTELLECTUELLE VERMÖGEN.

22. Gegenstandssinn?	30. Thatsachensinn.
23. Formensinn.	31. Zeitsinn.
24. Grössensinn.	32. Tonsinn.
25. Gewichtsinn.	33. Sprachsinn.
26. Farbensinn.	34. Vergleichender Scharfsinn.
27. Ortssinn.	35. Schlussvermögen.
28. Zahlensinn.	20. Witz.
29. Ordnungssinn.	

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

:n Geiſtesrichtung Sie kennen, vorſchweben, ſo entſinnen Sie einmal, ob nicht einer darunter war, deſſen Kopf in der htung der Ohren ſehr breit und der zugleich ſehr heftig iſt? r ein Anderer mit großem Wohlwollen, und über der Stirn nders hoch aufſteigendem Kopf? oder Jemand, deſſen Hinopf weit hervorragt, und der eine große Vorliebe für Kinder t? oder ein ſtolzer Charakter, mit ſtark nach hinten hervorendem Scheitel? — An die hohen und breiten, hervorragen- Stirnen, dieſes Abzeichen der großen Denker aller Zeiten, uche ich Sie kaum zu erinnern, und ein Beiſpiel dafür liegt ien nahe in jedem Bild des Verfaſſers des Kosmos. Das Alles aber nur iſolirte Beiſpiele, die von den Phrenologen ſpecieller verzt, zu einer beſtimmten Lehre ausgebildet wurden, deren Grundicip folgendes iſt: Das Gehirn, welches bei geſunı Menſchen auch die Form des Schädels bedingt, teht aus einer Mehrheit von Organen, deren je- 3 der Sitz (die Urſache oder das Werkzeug) einer beſon:en Seelenthätigkeit iſt, und aus deren Größen:hältniß man daher auf die Seelenthätigkeits- : (auf Intelligenz und Charakter) des Individuums ließen kann, denn mit ihrer Größe wächſt unter übrigens ichen Umſtänden auch ihre Kraft.

Dieſer Fundamentalſatz der Phrenologie iſt bis jetzt allergs nur empiriſch, durch ausnahmsloſe Coincidenz äußerer mverhältniſſe mit gewiſſen Geiſtesrichtungen erwieſen wor. Getrennte Organe für die einzelnen Geiſtesfähigkeiten im rnkörper ſelbſt nachzuweiſen, iſt noch nicht gelungen, und halb wäre es vielleicht angemeſſener geweſen, wenn man dieſe rnregionen von ungleicher Wirkſamkeit auch noch nicht Orne genannt hätte. Es iſt durch dieſe etwas voreilige Bezeichnung Anerkennung der Sache Schaden zugefügt worden. — Durch r zahlreiche Beobachtungen glauben die Phrenologen, den beſon:en Sitz von einigen dreißig ſogenannten Grundkräften der ele im Hirn des Menſchen erkannt zu haben. Sie ſehen ſelben auf der beiſtehenden aus Noel's Phrenologie entlehnten ifel V. an idealen Köpfen bezeichnet. Bedenken Sie aber dabei, ß nicht alle auf dieſer Büſte numerirten Hirnregionen mit glei:r Schärfe nachgewieſen und in ihren Wirkungen charakteriſirt

ſind (bei einigen iſt das durch ein ? angedeutet), und daß die Grenzen auf einer ſolchen Zeichnung nothwendig ideal ſein müſſen, da es nur die mittleren Reſultate ſehr vieler Beobachtungen ſind. Und bedenken Sie ferner, daß Sie mit Hülfe einer ſolchen Tafel noch kein Phrenolog ſind, der es wagen dürfte, über irgend eine Kopfform zu urtheilen. Alles in der Welt will gelernt und geübt ſein. Sehnen Sie ſich nach einem etwas tieferen Blick in die Sache, nun ſo leſen Sie zunächſt Noel's Buch[32]) mit Aufmerkſamkeit, dann werden Sie ſchon von ſelbſt jedes voreilige Urtheil zurückhalten.

Die Grundkräfte der Seele, oder vielmehr die Organe, als deren Thätigkeitsäußerungen ſie betrachtet werden, ſind nach Anſicht der Phrenologen in gewiſſem Grade unabhängig von einander, d. h. es kann z. B. bei einem Menſchen das Organ, welches Wohlwollen äußert, ſehr groß ſein, während das unmittelbar daneben liegende Schlußvermögen klein iſt. Dieſer Menſch wird dann ſehr geneigt ſein, Anderen Gutes zu thun, ohne das immer mit der gehörigen Ueberlegung auszuführen. Oder wenn etwa gleichzeitig mit dem Wohlwollen der Erwerbstrieb groß iſt, ſo wird ein innerer Kampf dieſer beiden Gefühle entſtehen, das eine wird gern geben, das andere gern behalten wollen. In dieſen Beiſpielen iſt nur die Wirkungsweiſe von drei Organen berückſichtigt; Sie dürfen aber nicht vergeſſen, daß jeder gewöhnliche Menſch alle Organe (nur in ungleichem Grade entwickelt) beſitzt, und daß ſeine Gedanken und Handlungen das Reſultat ihrer Geſammtwirkung ſind. Nicht gerade daß bei jeder einzelnen Handlung jedes Organ mitwirken müßte, jedesmal aber alle die, welche mit der Handlung in einiger Beziehung ſtehen, und unter ihnen werden dann die größeren oder mehr angeregten den Ausſchlag geben.

Man hat, wie Sie wiſſen, die Phrenologie vielfach benutzt, um die Charaktere oder ſpeciellen Fähigkeiten der Menſchen an ihrer äußeren Kopfform zu erkennen. Aber das iſt jedenfalls eine ſchwierige Aufgabe, die, wenn ſie mit befriedigendem ſpeciellen Erfolg gelöſt werden ſoll, außerordentliche Uebung und großen Scharfblick erfordert. Das Hervortreten der einzelnen Organe (Hirnregionen) iſt gewöhnlich ſehr wenig merklich, nur ausnahmsweiſe bilden ſie, wenn groß, beſondere kleine

Erhöhungen des Schädels. Manche derſelben ſind dem Umfange nach ſehr klein oder liegen unter Stellen der Hirnſchale, wo dieſe zuweilen ungleiche Dicke beſitzt. Dann wirken auch ſpecielle phyſiologiſche Momente, wie Temperament, Geſundheitszuſtand, Uebung und Erziehung, große, oft ſchwer zu würdigende Einflüſſe auf die Thätigkeitsweiſe der Organe aus. Alles das ſtört den Erfolg und hat gar oft zu falſchen Urtheilen veranlaßt, aus denen man dann auf die Unrichtigkeit der Lehre ſchloß, anſtatt auf die Ungeſchicklichkeit oder Charlatanerie der Schüler. Beſchränkt man ſich hingegen darauf, beſonders auffallende Kopfformen zu beurtheilen, ſo iſt es ſchon leichter, eine gewiſſe Sicherheit des Urtheils zu erlangen, da die Thätigkeit ſehr überwiegender Organe nie ganz unterdrückt werden kann.

Indeſſen ſcheint mir, daß überhaupt die Beurtheilung aus der äußeren Form, die eigentliche Craniokopie, ſo intereſſant ſie Vielen erſcheinen mag, der minder wichtige Theil der ganzen Lehre ſei. Für ungleich wichtiger halte ich das Erkennen im gewiſſen Grade unabhängiger Gehirnfunctionen, deren Summe die Seelenthätigkeit, den Geiſt und Charakter des Individuums ausmacht, und die einzeln bei den einzelnen Individuen verſchieden entwickelt ſind. Das iſt nothwendig die Grundlage einer ganz neuen Pſychologie und Moralphiloſophie. Es iſt ein Satz, der in ſeinen Folgen alle Ungleichheiten, alle Räthſel und Widerſprüche des menſchlichen Charakters erklärt. Ein Satz ferner, welcher das hellſte Licht auf die ungleichen Charaktere und Kopfformen der Nationen wirft, der erklärt, warum die Franzoſen in der Regel eitler ſind als die Deutſchen, warum die Caraiben grauſam ſind, und warum die Hindu's kein Fleiſch eſſen u. ſ. w. Er erklärt freilich an ſich noch nicht, wodurch dieſe Unterſchiede der Nationen entſtanden ſind, aber er zeigt, daß, da die Kopfformen in gewiſſem Grade erblich ſind, auch die Sitten, Gebräuche und Charaktere es in gewiſſem Grade ſein müſſen. Je höher die Nationen ſtehen, deſto größer ſind die individuellen Verſchiedenheiten in denſelben, deſto mehr weichen Einzelne oft von dem allgemeinen Charakter ab, aber ſtets wieder in Uebereinſtimmung mit ihrer Kopfform. Dagegen iſt

nicht zu erwarten, vielmehr naturgeſetzlich unmöglich, daß der Charakter und die Befähigung ganzer Nationen ſich in kurzen Zeiträumen, d. h. in wenigen Menſchenaltern, ſehr weſentlich ändern.

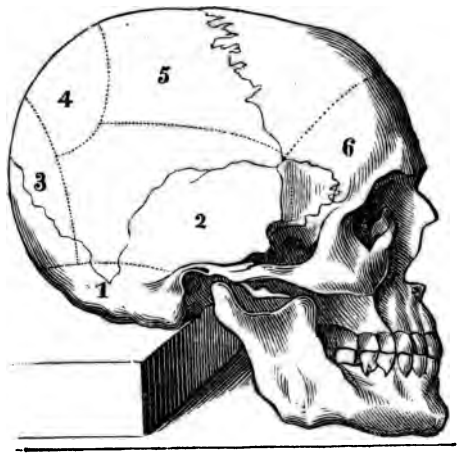
Die locale und ſpecifiſche Verſchiedenheit der Hirnthätigkeit iſt keineswegs etwa nur durch leichtfertige und unſichere Beobachtungen ermittelt. Gall, welcher ſchon in früher Jugend durch den Umſtand, daß alle ſeine Schulkameraden, die hervorſtehende Augen hatten, gut auswendig lernten, auf den Zuſammenhang zwiſchen Körperform und Geiſtesthätigkeit aufmerkſam wurde, ſuchte durch ſein ganzes Leben ſtets nach hervorragenden extremen Beiſpielen; er unterſuchte vorzugsweiſe die Köpfe ſolcher Menſchen, die ſich während ihres Lebens durch irgend eine beſondere hervorragende Eigenſchaft, oder durch den Mangel einer ſolchen auszeichneten, und aus dergleichen extremen Fällen erkannte er nicht nur die Selbſtſtändigkeit, ſondern auch die Localität der beſonderen Hirnthätigkeit. Dabei aber betrachtete er nie ein Organ als erwieſen, bis er die Hirnregion und ihre Function: bei mehreren Individuen groß gefunden hatte, die in anderer Beziehung ſich keineswegs auszeichneten, und bei mehreren Individuen klein, die in vielen anderen Beziehungen bedeutende Naturgaben beſaßen, während kein an geſunden Menſchen beobachteter Fall das Gegentheil zeigte.

Dieſe zugleich poſitive und negative Art der Beweisführung, welche ſpäter von allen wahren Phrenologen befolgt wurde, kann bei gewiſſenhafter Anwendung und hinreichender Zahl der Beobachtungen keinen Zweifel über die Selbſtſtändigkeit ſowohl, als über die Coincidenz der Function mit der äußeren Form zurücklaſſen.

Bedenken wir dazu noch, daß Gall die Organe alle einzeln und ohne Ordnung aufgefunden hat, indem er die Köpfe von Menſchen, die ſich durch irgend eine Eigenſchaft beſonders auszeichneten, unterſuchte und mit anderen Köpfen verglich, und daß es ſich erſt, nachdem er eine große Anzahl derſelben gefunden, zu ſeiner eigenen Ueberraſchung ergab, daß die ihrer Function nach verwandten Organe in Gruppen beiſammen liegen, ſo daß man z. B. ganz zweckmäßig mit Noel folgende ſechs Kopfregionen unterſcheiden kann, die aber freilich auch keinen

ößeren Werth haben, als alle naturwiſſenſchaftlichen Abtheingen, nämlich Erleichterung der Ueberſicht.

1) Die hintere Baſilarregion (das Cerebellum oder ine Gehirn) als Sitz des Fortpflanzungstriebes und vielleicht, ie neuere Forſchungen zu erweiſen ſcheinen, noch einiger anren Functionen. Dieſe Region iſt auch anatomiſch verſchieden ıd abgeſondert vom „großen Gehirn" erkannt worden.



2) Die ſeitlichen Baſilartheile (Umgebungen der hren) als Sitz der ſogenannten niederen, egoiſtiſchen, für die elbſterhaltung unmittelbar nöthigen Anlagen: Nahrungstrieb, erſtörungstrieb, Kampfluſt, Vorſicht, Erwerbstrieb.

3) Den hinteren Kopftheil (zunächſt über dem Cerellum), als den Sitz der Bedingungen des geſelligen Zuſamenlebens, beſonders der Familie, wie Kinderliebe und Anänglichkeit.

4) Die hintere Wirbelgegend, als den Sitz der vorgsweiſe auf das Ich bezüglichen höheren egoiſtiſchen Anlagen, ie Selbſtachtung und Beifallsliebe.

5) Den oberen vorderen Kopftheil, als den Sitz r ſogenannten höheren moraliſchen und religiöſen Anlagen: ohlwollen, Ehrfurcht, Feſtigkeit u. ſ. w. Dieſe Region und e obere Abtheilung der folgenden ſind es, welche den Menen vorzugsweiſe von den Thieren unterſcheiden.

6) Die Stirn (den Vorderlappen des Hirns), als den Sitz der Intelligenzorgane, und zwar unten der beobachtenden, die durch die äußeren Sinne Eindrücke der Außenwelt empfangen, oben der reflectirenden.

Andere Phrenologen haben auch wohl nur drei ſolche Regionen geſondert, nämlich die für Intelligenz, moraliſche Gefühle und thieriſche Triebe. Und dieſe wie jene Gruppen zeigen ſich auch in ſo fern natürlich, als die ſie zuſammenſetzenden ſpeciellen Organe in den meiſten Fällen gemeinſchaftlich ſtark oder gering entwickelt ſind, wodurch dann ein entſchiedener Charakter ohne auffallende Widerſprüche entſteht.

Bedenken wir auch, wie ganz im Allgemeinen das Vorherrſchen oder Zurückweichen (bei Thieren ſogar gänzliche Mangeln) einzelner dieſer Kopfregionen mit den Charaktereigenſchaften und der pſychiſchen Natur von Völkerſtämmen, Nationen und Familien, und ſelbſt von Thiergattungen übereinſtimmt, ja wie ſogar bei Männern und Frauen in dieſer Beziehung allgemeine, dem männlichen und weiblichen Charakter entſprechende Unterſchiede der herrſchenden Kopfform ſtattfinden, ſo ſprechen dieſe allgemeinen Coincidenzen offenbar nicht wenig für die Wahrheit der ſpeciellen Grundlagen, aus welchen dieſe Allgemeinheiten abgeleitet ſind.

Was die Thiere betrifft, ſo will ich Sie hier nur auf einen ſehr bezeichnenden Unterſchied aufmerkſam machen, der zwiſchen allen Köpfen der Pflanzenfreſſer und Fleiſchfreſſer ſtattfindet. Die erſteren zeigen die Region des Zerſtörungstriebes außerordentlich ſchwach entwickelt, die letzteren dagegen um ſo ſtärker, je grauſamer ſie ſind.

Doch ich kehre von dieſen Reſultaten der Formbeobachtung, die Vielen ſchwer fällt und leicht falſcher Deutung oder dem Mißbrauche unterliegt, noch einmal zurück zu dem Aufſchluß, den die von den Phrenologen aufgefundene und früher ſchon ähnlich von den ſchottiſchen Philoſophen Reid und Steward[24]) aus pſychologiſchen Beobachtungen geſchloſſene Zerfällung aller Seelenthätigkeit in gewiſſe ziemlich ſelbſtſtändige Richtungen gewährt, um Ihnen, abgeſehen von der Form des Schädels, zu zeigen, daß ſie geeignet iſt, die wichtigſten Erſcheinungen des Menſchenlebens zu erklären. Zur Naturgeſchichte des Menſchen

gehörend, auf Beobachtungen ſeiner Natur begründet, ſcheinen mir ſolche Betrachtungen allerdings auch in den Bereich dieſer Briefe zu paſſen.

Jeder gewöhnliche Menſch beſitzt, nach der Anſicht der Phrenologen, in gewiſſem Grade alle die einzelnen Grundkräfte der Seele, welche ſie ermittelt zu haben glauben. Herrſcht aber davon eine oder herrſchen mehre im Vergleich gegen die übrigen vor, ſo bedingt das irgend einen individuellen Charakter, und bei der großen Zahl der einzelnen Grundkräfte ſind ſo unendlich viele Modificationen des Vorherrſchens oder Untergeordnetſeins derſelben möglich, daß die factiſche individuelle Charakterungleichheit faſt aller Menſchen gar nicht auffallen kann, wie denn auch das Aeußere zweier Menſchen nie ganz gleich iſt. — Wir ſind gewohnt, gewiſſe Charaktere gut, andere ſchlecht (böſe) zu nennen; ſolche Ausdrücke dürfen aber durchaus nicht abſolut verſtanden werden, denn es dürfte wohl kaum vorkommen, daß alle Gedanken oder Handlungen irgend eines Menſchen abſolut gut, oder die eines anderen abſolut ſchlecht zu nennen wären; an Jedem wird etwas zu tadeln, an Jedem etwas zu loben ſein, und man darf deshalb, ſtreng genommen, wohl kaum irgend einen menſchlichen Charakter allgemein gut oder ſchlecht nennen, denn einzelne Eigenſchaften werden ſtets mit dieſen allgemeinen Bezeichnungen in Widerſpruch ſtehen. Von ſolchen Widerſprüchen des Charakters ſpricht man auch im gemeinen Leben, gewöhnlich aber nur dann, wenn ſie beſonders grell hervortreten, ſo daß ihre Vereinigung zu einem Ganzen faſt undenkbar erſcheint. Vom phrenologiſchen Standpunkte aus ſind ſolche Widerſprüche ſehr leicht zu erklären, weil ſie von der Entwickelung und Thätigkeit der einzelnen von einander in gewiſſem Grade unabhängigen Grundkräfte herrühren, die zu verſchiedenen Zeiten in verſchiedenen Combinationen thätig ſein können.

Hier ſcheint es nun nöthig, zunächſt die Fragen zu beantworten: was iſt eigentlich gut, was ſchlecht oder böſe? ſowie: giebt es gute und ſchlechte oder böſe Grundkräfte? — Die Phrenologen Gall, Spurzheim, Combe, Noel u. ſ. w. haben das vortrefflich entwickelt. Das Gute iſt im Grunde nichts Anderes, als die normale, das Böſe nichts Anderes,

als die abnorme Thätigkeit jeder Grundkraft der Seele. Die normale Thätigkeit eines jeden Organs (jeder Grundkraft) wirkt zum Wohle des Individuums ſowohl als der ganzen Menſchheit, die abnorme, zu geringe, zu große oder krankhafte Thätigkeit jedes Organes dagegen wirkt zum Nachtheil des Individuums oder der Menſchheit, oder beider. Wir ſind nun aber gewohnt, diejenige unnormale Thätigkeit von Organen oder Grundkräften, welche vorzugsweiſe zum Nachtheile anderer Individuen wirkt, bös oder ſchlecht zu nennen, z. B. die zu große Thätigkeit von Kampfluſt, Zerſtörungstrieb, Verheimlichungstrieb, Erwerbstrieb u. ſ. w., ſowie die zu geringe Thätigkeit von Wohlwollen, Ehrfurcht, Feſtigkeit, Anhänglichkeit, Kinderliebe u. ſ. w. — Diejenige unnormale Thätigkeit dagegen, welche nur dem Individuum, nicht aber ſeinen Mitmenſchen nachtheilig, den letzteren zuweilen ſogar ſcheinbar vortheilhaft oder angenehm iſt, nennen wir nicht böſe oder ſchlecht, ſondern auf verſchiedene Weiſe; z. B. religiöſe oder poetiſche Schwärmerei, wenn ſie von zu großer Ehrfurcht, Idealität (Wunderſinn, Hoffnung?) oder dergleichen herrührt; Schwäche, wenn das Wohlwollen zu thätig, der Zerſtörungstrieb oder die Feſtigkeit zu unthätig iſt; Eitelkeit, wenn die Beifallsliebe zu ſtark wirkt; Feigheit, wenn Vorſicht zu groß und Kampfluſt zu gering iſt; Dummheit, wenn gewiſſe Organe der Intelligenz zu ſchwach ſind; einſeitiges Talent, wenn einzelne der letzteren unverhältnißmäßig ſtark thätig ſind, was ſowohl für Andere, als auch für das Individuum ſelbſt, z. B. bei einem Muſiker oder Dichter, hohen Genuß bringen kann, aber dennoch als eine einſeitige, unnormale, der allſeitigen Entwickelung etwas hinderliche, oder der Geſundheit nachtheilige Entwickelung anzuſehen iſt u. ſ. w. — Im Allgemeinen kann man wohl ſagen, daß eine ungewöhnlich ſtarke Thätigkeit der Organe der Intelligenz und auch der ſogenannten höheren Gefühle ſich beſſer mit dem Wohle des Individuums und der Menſchheit verträgt, als eine vorherrſchend ſtarke Entwickelung der egoiſtiſchen Gefühle und beſonders der niederen Triebe, und daß die Entwickelung ganzer Gruppen immer naturgemäßer iſt als die einzelner Organe; welches aber der wahre normale Grad der Größe und Thätigkeit jeder Grundkraft, vielmehr

welches das wahre richtige Verhältniß der einzelnen Grundkräfte (oder ihrer Organe) ſei, wird wohl für alle Zeiten kaum je ſcharf zu beſtimmen ſein. Am unſicherſten bleibt daher die nähere Beſtimmung des üblichen Ausdruckes: gut. Wir Menſchen ſcheinen beſonders geneigt zu ſein, alle Handlungen eines Individuums gut zu nennen, welche Anderen zum Wohle gereichen, wenn ſie auch dem Individuum ſelbſt nachtheilig, oder überhaupt unnormal ſein ſollten und vielleicht auch in ihren Nachwirkungen der Geſellſchaft Schaden bringen. Zu ſtarke Aeußerungen des Wohlwollens werden, wenn ſie auch der Exiſtenz des Individuums Gefahr drohen, dennoch gut genannt; ich brauche Sie da nur an die ſehr übliche Redensart: „ein guter dummer Kerl" zu erinnern.

So viel iſt gewiß, daß die Organe der Intelligenz und der ſogenannten moraliſchen Gefühle ohne Nachtheil, ja vielmehr zum Vortheil des Individuums und der Menſchheit viel ſtärker entwickelt ſein könnten, als es bei den meiſten Menſchen der Fall iſt. Wie in der Kopfform, ſo auch in der pſychiſchen Beſchaffenheit würden wir uns dadurch immer mehr über die Thiere erheben, wie es die edelſten Männer aller Jahrhunderte in beiden Beziehungen gethan haben. Wenn Ihnen die Büſten oder Porträts und Biographien eines Melanchthon, Howard, Oberlin, Waſhington u. ſ. w. zu Gebote ſtehen ſollten, ſo werden Sie ſich leicht davon überzeugen können. — Ob man aber deshalb ſagen könne, die meiſten civiliſirten Menſchen ſeien in dieſer Beziehung nicht normal, ſondern zu gering entwickelt, oder ob nicht vielmehr der normalen Entwickelung nach dieſer Seite (der Vervollkommnung) hin, eben weil es die Seite des Fortſchrittes iſt, ein beſonders großer Spielraum gelaſſen ſei, dürfte ſchwer zu entſcheiden ſein, wie denn überhaupt ſolche Begriffe, wie normal und unnormal, wohl niemals ſcharf zu umgrenzen ſind. Ein dem Individuum nachtheiliges Uebermaß kann aber gewiß auch bei der Entwickelung dieſer edlen Geiſteskräfte und Kopfregionen eintreten, beſonders wenn etwa nur einzelne Organe derſelben ſich vorzugsweiſe mächtig entwickeln, wodurch ſtets eine gewiſſe Disharmonie entſtehen muß.

Die unnormale Thätigkeit der Grundkräfte kann, wie erwähnt, nach zwei Richtungen hin ſtattfinden, ſie iſt entweder

zu gering oder zu groß, beides kann durch ein Mißverhältniß der Organe oder durch krankhaften Zuſtand derſelben phrenologiſch erklärt werden. Die zu geringe Thätigkeit erreicht ihr Extrem im Blödſinn, die zu große im Wahnſinn (Manie). Es giebt nun aber partiellen Blödſinn und partiellen Wahnſinn (Monomanie), ja man kann ſogar behaupten, die meiſten Blöd- und Wahnſinnigen ſind es nicht total, einzelne Geiſteskräfte wirken faſt immer noch normal, wenn auch viele erkrankt ſind. Dieſe Zuſtände liefern beſonders kräftige Beweiſe für die (theoretiſche) Selbſtſtändigkeit der einzelnen Geiſtesthätigkeiten, ſie laſſen ſich, wie Sie einſehen werden, außerordentlich leicht durch die Lehren der Phrenologie erklären.

Es giebt viele Blödſinnige (Cretins, Idioten), bei denen die meiſten Seelenkräfte zu gering oder gelähmt ſind, bei denen aber doch immer noch einzelne ſich kräftig äußern, die ſich meiſt ſehr leicht auf eine oder mehre der phrenologiſchen Grundkräfte zurückführen laſſen, z. B. auf Geſchlechtstrieb, Nahrungstrieb, Verheimlichungstrieb, Kinderliebe und dergleichen. Es ſind ſogar Fälle bekannt, in welchen in allen übrigen Beziehungen wahre Cretins als geſchickte Uhrmachergeſellen benutzt werden konnten. Bei ihnen war offenbar der Bauſinn, vielleicht nebſt einigen anderen Organen, von dem zu geringen oder krankhaften Zuſtande ausgenommen.

Einen Menſchen, bei dem die Intelligenz und die moraliſchen Gefühle normal, alle übrigen Seelenkräfte aber höchſt mangelhaft oder gar nicht entwickelt wären, würde man nach den gewöhnlichen Begriffen allerdings nicht blödſinnig nennen; es ſcheint aber überhaupt ein ſolcher Fall kaum vorzukommen, ſondern vielmehr ein Geſetz der Natur zu ſein, daß bei Vernachläſſigung ihrer Vorſchriften zuerſt die edleren Organe, die den Menſchen über das Thier erheben, leiden oder verloren gehen, die den Thieren und Menſchen gemeinſchaftlichen aber gewiſſermaßen zäherer Natur ſind, — mit anderen Worten, daß Mißbildungen kein Vorſchreiten, ſondern ein Rückſchreiten der Organiſation bedingen.

Der partielle Wahnſinn zeigt oft auf das Entſchiedenſte die ſelbſtſtändige krankhafte (deprimirte oder überreizte) Thätigkeit einzelner Seelenkräfte, und die dabei zu beobach-

tenden Erſcheinungen ſtimmen offenbar wieder ſehr mit den phrenologiſchen Grundkräften überein. Ich brauche nur an ein Paar der gewöhnlichſten und bekannteſten Fälle zu erinnern: Ein Monomaniſt glaubt, er ſei von Glas und könne zerbrechen, ein anderer, er ſei von Butter und könne zerſchmelzen; wird das nicht großentheils erklärt durch das Erkranken der Grundkraft, welche die Phrenologen mit dem Namen Vorſicht bezeichnen? Wie oft halten ſich nicht Monomaniſten für Könige oder Kaiſer, und iſt das nicht die Folge kranker Selbſtachtung? Manche glauben dagegen, ſie würden von allen Potentaten der Erde ausgezeichnet, dieſe ſind ſelten ſtolz wie jene, gewöhnlich vielmehr kriechend, wie echte Hofleute, — erklärt ſich das nicht durch kranke Beifallsliebe? — Manche halten ſich für Jeſus oder für Gott ſelbſt, — ſollten bei ihnen nicht Ehrfurcht und Selbſtachtung krankhaft überreizt ſein? — Einige zählen, rechnen oder ſchwatzen fortwährend, — muß man da nicht an erkrankten Zahlen- oder Wortſinn denken? — Anhänglichkeit, Kinderliebe, Geſchlechtstrieb, Zerſtörungstrieb und andere phrenologiſche Grundkräfte treten oft eben ſo iſolirt durch Monomanie hervor, aber es würde mich hier zu weit führen, wenn ich mehr verſuchen wollte, als einige Beiſpiele anzudeuten, die Sie ſich wohl leicht aus eigener Erfahrung vervollſtändigen können. Ich bemerke nur noch, daß häufig auch mehre Grundkräfte krankhaft wirken und daß außer den erkrankten immer auch die vorherrſchenden geſunden auf die ſpeciellen Richtungen der Monomanie einwirken werden, ſo daß man bei genauer Kenntniß ihrer Kraftverhältniſſe und aller äußeren Einwirkungen wahrſcheinlich alle ſpeciellen Erſcheinungen der Monomanie auf ihre nächſten Urſachen zurückführen könnte. Wenn das perſönliche Bewußtſein eine ſelbſtſtändige Grundkraft ſein, und es demnach ein beſonderes Organ für daſſelbe geben ſollte, was aber noch nicht durch Beobachtung gefunden oder angedeutet iſt, ſo könnten durch deſſen Erkrankung allerdings einige der angeführten Fälle eine etwas andere Erklärung finden, ſo nämlich, daß dann vorherrſchende Vorſicht, Selbſtachtung, Beifallsliebe oder Ehrfurcht nur die Art der Perſonverwechſelung des Individuums bedingten, nichts

deſto weniger aber würde auch dadurch die Selbſtſtändigkeit der Grundkräfte documentirt.

Die Monomanie, die ſo entſchieden für die Selbſtſtändigkeit einzelner geiſtiger Grundkräfte und ſomit auch für die Wahrheit der Phrenologie ſpricht, iſt zugleich ein Gebiet, auf welchem die letztere eine ſehr wichtige praktiſche Anwendung finden kann; denn offenbar wäre es ein großer Gewinn für die Behandlung der Irren, wenn man wüßte, in welchem Kopftheile die Krankheit ihren Sitz hat.

Ich kehre aber von dieſen extremen oder krankhaften Erſcheinungen zurück zu denen des gewöhnlichen Lebens, um auch hier an ein Paar Fälle zu appelliren, in denen ein Jeder die Selbſtſtändigkeit von Geiſtes- oder Seelenkräften beobachten kann, die ſich auf von den Phrenologen gefundene zurückführen laſſen. — Wie verſchieden ſind nicht die angeborenen Fähigkeiten, Talente und Charaktere der Menſchen! Wie oft kommt es nicht vor, daß Jemand in einer Kunſt, in einem Zweige der Wiſſenſchaft ganz hervorſtechend ſich auszeichnet, während er in einigen anderen mit der größten Anſtrengung nichts zu leiſten vermag! Wie Viele giebt es nicht, denen es leicht wird, Töne oder Melodieen zu unterſcheiden und zu merken (Tonſinn), während ſie für Zahlen oder Namen (Zahlenſinn oder Wortſinn) nur ein ſchlechtes Gedächtniß beſitzen. Bei Anderen findet der umgekehrte Fall ſtatt; noch Andere merken Formen (Formenſinn) leichter als Farben (Farbenſinn) u. ſ. w. — Dieſe Fälle ſind faſt allgemein anerkannt, und man wird Niemand im Allgemeinen dumm nennen, weil er ein ſchlechtes muſikaliſches Gehör oder ein ſchlechtes Gedächtniß für Zahlen beſitzt. Ebenſo giebt es z. B. ſehr geachtete Künſtler, die nie im Stande ſein würden, eine philoſophiſche Abhandlung zu ſchreiben oder auch nur zu verſtehen; doch muß ich hier beiläufig zugleich bemerken, daß wahre und bedeutende Kunſtleiſtung nie aus einem *ganz* einſeitigen Talent hervorgeht. Um auf den ganzen Menſchen zu *wirken*, muß man in gewiſſem Grade ein ganzer Menſch *ſein*, nicht ein einſeitiger; immer werden aber ausgezeichnete Künſtler die entſprechenden Fähigkeiten vorzugsweiſe entwickelt beſitzen, und das eben giebt ihnen die beſondere Richtung.

Weniger anerkannt iſt der Theil unſeres Satzes, der ſich

ıf die urſprüngliche ſpecielle Verſchiedenheit der Menſchen in inſicht auf die Gefühle, auf den Charakter bezieht. Faſt in r Regel wird Jemand entweder für gefühlvoll oder ir nicht gefühlvoll, für gut oder für ſchlecht erklärt. ı der That aber giebt es genug Menſchen, die gewiſſe Gehle in ſehr hohem Grade äußern, während andere ihnen faſt ınz abgehen. — Einer iſt fromm bis zur Bigotterie (Ehrrcht groß), aber nicht im Geringſten mitleidig (ohne Wohlollen), ein Anderer ſehr mitleidig, ohne fromm zu ſein. Ein ritter opfert für ſeine Kinder Alles (Kinderliebe), aber Nichts r ſeine Mitmenſchen (Wohlwollen gering); ein Vierter iſt der ueſte Freund oder Gatte (Anhänglichkeit), und doch beſitzt er ne Achtung vor fremdem Eigenthum (moraliſche Gefühle geıg, Erwerbstrieb groß), er ſtiehlt. Sind nicht wahrhaft rührde Beiſpiele dieſer Art bei Verbrechern oft genug beobachtet orden? — Aehnliche ſcheinbare Widerſprüche des Charakters ßen ſich unzählige aus dem Leben anführen; die Phrenologie jrt uns, wie ſie zu erklären ſind, ſie lehrt uns, daß alle unre beſonderen Neigungen und Eigenſchaften von der Entwickeng und Verbindung beſonderer Organe, deren Zuſtande und m Einfluſſe der Außenwelt auf ſie abhängig ſind.

Man iſt nur zu gewöhnt, den Menſchen das Böſe und ıs Gute als das Reſultat ganz freier Wahl anzurechnen; llte aber der Menſch rückſichtlich ſeines Charakters freier ſein ls rückſichtlich ſeines Verſtandes? Wenn Jemand wenig Verand beſitzt, das wird ihm nicht als eigene Verſchuldung anerechnet, wohl aber wenn er wenig Mitleid oder wenig Frömigkeit äußert. In einer gewiſſen Freiheit bewegen ſich unſere efühle, aber dieſe Freiheit hat ihre Grenzen; ſie iſt bedingt ırch die Mannichfaltigkeit der Eindrücke und Gefühle; von dem araiben verlangen, daß er ſeinem Feinde Gutes thue, iſt nicht eniger, als von einem Idioten verlangen, daß er ein Philoſoph erde, und welcher von Beiden iſt mehr Schuld daran, daß r's nicht kann?

Man hat auch wohl geſagt: der weiſeſte Egoiſt muß nothwendig der beſte Menſch ſein. Etwas Wahres iſt daran, d. h. die weiſeſte Fürſorge für das wahre eigene Wohl würde ebenfalls ſtets die beſten Handlungen vorſchreiben; aber ganz unrichtig

iſt es, alle guten oder ſchlechten Handlungen der Menſchen für das Reſultat einer weiſen oder unweiſen Abwägung ihrer Folgen ausgeben zu wollen. In den meiſten Fällen handeln wir ohne eine ſolche Abwägung, wir ſtehen dem Bedürftigen bei, weil uns ſein Leid unwiderſtehlich dazu drängt, wir fühlen uns zu Ehrfurcht und Anbetung hingeriſſen, weil die herrliche Natur, oder eine heilige Muſik dieſe Gefühle erweckt; und eben ſo ſind die ſchlechten Handlungen ſehr gewöhnlich das Reſultat einer momentanen Einwirkung, nicht das einer nur klugen ſtatt weiſen Abwägung.

Ich behaupte, wenn Sie Alles unparteiiſch prüfen wollen, ſo werden Sie finden, daß kein anderes philoſophiſches oder pſychologiſches Syſtem uns eine ſo richtige Kenntniß oder vielmehr Beurtheilung, eine ſo objective Anſchauung von uns ſelbſt und von unſeren Nebenmenſchen zu verſchaffen vermag, als die Phrenologie. — Ich meine jetzt nicht etwa durch Unterſuchung der äußeren Kopfform, nein, ich meine jetzt nur dadurch, daß ſie uns befähigt, unſer und unſerer Nebenmenſchen Denken, Fühlen und Handeln auf die urſprünglichen einfachen Quellen, auf die Grundkräfte der Seele zurückzuführen, die noch von keinem philoſophiſchen Syſteme ſo richtig erkannt worden ſind, als von dieſem, wenn auch noch nicht vollendeten, welches nicht aus dem bloßen Nachdenken eines einzelnen, wenn auch noch ſo befähigten Menſchen hervorgegangen iſt, ſondern auf Beobachtungen an der ganzen Menſchheit beruht. Die Denker, die ſogenannten Verſtandsmenſchen, welche bisher gewöhnlich philoſophiſche Syſteme aufſtellten oder ausbildeten, waren nicht befähigt, jene Gefühle und Leidenſchaften gehörig zu beurtheilen, die ſie ſelbſt nie oder doch wenigſtens nicht in hohem Grade empfunden hatten; deshalb iſt gewöhnlich der Theil ihrer Syſteme am meiſten naturgemäß, der ſich mit den Geſetzen des Denkens beſchäftigt, nicht aber der, der es mit einer Analyſe der Gefühle zu thun hat. Ganz anders verfahren die Phrenologen, welche Menſchen und menſchliche Handlungen nicht nach einem ſelbſtgeſchaffenen Ideal beurtheilen, ſondern nach den allgemeinſten Erſcheinungen des Lebens.

Noch kein deutſcher Philoſoph hatte z. B. eine einfache Grundkraft, der Kinderliebe entſprechend, als Theil oder als

Eigenſchaft einer (untheilbaren) Seele anerkannt, und wie wichtig, ja wie nothwendig erſcheint uns doch eine ſolche Grundkraft, ſobald wir ſie einmal kennen. Nie würde allgemeines moraliſches, religiöſes oder ein ähnliches Gefühl im Stande ſein, der Mutter diejenige Zärtlichkeit für kaum geborne Kinder einzuflößen, die zu deren ſorglicher Pflege ſo nöthig iſt, eine innige Zärtlichkeit für Kinder, die noch durch nichts unſere Sympathie zu erwecken vermögen, als eben dadurch, daß ſie Kinder, oder daß ſie unſere Kinder ſind. — Wie unabhängig dieſe Grundkraft von allgemeiner Moralität iſt, zeigt ſich oft genug dadurch, daß die verworfenſten Frauen zuweilen dieſes Gefühl in hohem Grade zeigen, während im Uebrigen ſehr edle manchmal weniger davon bewegt werden. — Intereſſant iſt dabei die Art, wie Gall die Kinderliebe als Organ entdeckte. Schon lange war ihm der große Unterſchied zwiſchen den Köpfen der Männer und der Frauen in der hinteren Region aufgefallen; da aber noch kein beſonderer Fall ihm vorlag, ſo wagte er auch noch keine beſtimmte Deutung, bis endlich mitten in einer Vorleſung, die er zu Wien hielt, die Form eines Affenſchädels ihm auffiel. Die bekannte große Jungenliebe der Affen brachte ihn auf den Gedanken, daß dieſe Region, welche ſich auch bei den Frauenköpfen in der Regel ſo beſonders hervorragend zeigt, wohl das Organ der Kinderliebe ſein möge, welche uns antreibt, mit Zärtlichkeit für dieſe kleinen unſere Hilfe ſo ſehr bedürfenden Weſen zu ſorgen. Der plötzlich gefaßte Gedanke ergriff ihn ſo lebhaft, daß er ſeine Vorleſung ſchließen mußte. Sogleich verglich er alle ihm zu Gebote ſtehenden Schädel und Kopfabgüſſe. Dieſe und zahlreiche ſpätere Beobachtungen überzeugten ihn vollkommen von der Wahrheit jenes Gedankens, und wie die Köpfe der Frauen dieſes Organ im Allgemeinen größer zeigen, als die der Männer, ſo iſt auch ihre Zärtlichkeit gegen Kinder in der Regel viel größer.

Was ich hier beiſpielsweiſe von der Kinderliebe ſagte, gilt noch von mehren anderen durch die Phrenologen beſtimmten Grundkräften unſeres Geiſtes, und auch ſogar in Enthüllung der Geſetze des Denkens hat ſich die Phrenologie ſo manches Verdienſt erworben. So hat ſie z. B. gezeigt, daß Auffaſſung, Gedächtniß und Imagination nicht beſondere

Grundkräfte der Seele ſein können, ſondern daß dieſe nur Modificationen der Thätigkeit einzelner Grundkräfte ſind. Ein Beiſpiel, welches ich einer Abhandlung von Chenevix entlehne, wird das deutlicher machen. Man ſtelle dem Auge, dem Werkzeuge des äußeren Sinnes, welcher alles Sichtbare wahrnimmt, eine Reihe von Zahlen, z. B. 1, 2, 3, 4, 5, dar, und es wird zunächſt dieſe Zahlenreihe ſehen und dem Geiſte mittheilen, wodurch dieſer ſie auffaßt. Zu dieſer Operation iſt keine große intellectuelle Fähigkeit nöthig, ſie ſtellt den erſten, den einfachſten Act desjenigen Geiſtesvermögens dar, welches die Eindrücke der Zahlen empfängt. Bringt man nun die Werkzeuge des Sehens außer Thätigkeit, und bleiben noch Spuren von dem Geſehenen zurück, ſo ſind dies nicht Bilder auf der Netzhaut des Auges, ſondern im Geiſte (oder Hirn), und es gehört ſchon größere Anſtrengung und höhere Fähigkeit dazu, ſie wieder zurückzurufen, nachdem ſie verſchwunden ſind, als ſie aufzufaſſen, während ſie vor uns ſtehen. Dies iſt alſo eine zweite Operation der intellectuellen Thätigkeit und eine höhere als die bloße Auffaſſung; es iſt Gedächtniß, und daß das Gedächtniß in der Scala des Geiſtes über der Auffaſſung ſteht, iſt einleuchtend, denn bei Idioten, bei Narren, ſelbſt bei den niederen Thieren iſt die Auffaſſung oft noch thätig, wenn das Gedächtniß erliſcht. Man verlange nun von dem, welcher die Zahlen geſehen hat, daß er ſie verſetze, daß er ſie nicht in der Ordnung 1, 2, 3, 4, 5, ſondern in irgend einer anderen Reihenfolge wiederhole. Es iſt klar, wenn ſich der Gefragte derſelben nicht mehr erinnerte, ſo würde dieſe Zumuthung ganz vergeblich ſein; wäre er aber auch im Stande, ſich dieſelben in's Gedächtniß zurückzurufen, ſo iſt doch wieder eine neue Anſtrengung nöthig, um ſie in eine andere Ordnung zu bringen, z. B. in die: 4, 2, 5, 1, 3, oder in irgend eine andere. Man mag ſie verringern oder vermehren, ſubtrahiren, dividiren oder multipliciren, oder neue Combinationen hervorrufen, ſo viel man immer will, ſo iſt es bei allen dieſen Operationen nöthig, Alles, was geſchieht, aus dem eigenen Geiſte heraus zu ſpinnen. Auffaſſung ſammelt die Materialien, Gedächtniß liefert ſie von Neuem aus der Vorrathskammer zu Tage, aber alle die Geſtalten, in welche es dieſelben einkleidet, ſind Erfindungen des

eigenen Geiſtes, und den Act dieſer Umformung nennen wir Imagination. — Nothwendig iſt die Anſtrengung des Geiſtes bei der Imagination größer als beim Gedächtniß.

Daraus folgt denn alſo, daß der niederſte Grad der Thätigkeit des Zahlenorgans die Auffaſſung einer Reihe von Zahlen iſt; ein zweiter und höherer iſt es, ſich derſelben zu erinnern, ein dritter und noch höherer, neue Zuſammenſtellungen vorzunehmen. Ebenſo verhält es ſich mit dem Farbenſinn, Tonſinn u. ſ. w., und ebenſo erklären ſich die Unterſcheidungen von Gedächtniß für Worte (memoria verbalis) durch Wortſinn, Gedächtniß für Orte (memoria localis) durch Ortſinn, und Gedächtniß für Dinge (memoria realis) durch Sachſinn; welche zu unterſcheiden ſchon die älteren Philoſophen ſich genöthigt ſahen.

Worin aber eigentlich die beſondere Thätigkeit, welche man Gedächtniß nennt, beſtehe, bleibt uns noch ein Räthſel. Sind es dauernde Aenderungen der Subſtanz, die gewiſſermaßen zu künftigem Gebrauch deponirt werden? Einigermaßen läßt ſich das Gedächtniß mit den Erſcheinungen der Daguerre'ſchen und Moſer'ſchen Lichtbilder vergleichen, die lange ungeſehen auf Metall- oder Glastafeln vorhanden ſein können und dann durch einen Hauch plötzlich zum Vorſchein kommen. Bei dem, was wir gewöhnlich Imagination nennen, wirken wohl ſtets mehre Grundkräfte zuſammen, wie denn überhaupt die Ausdrücke des gemeinen Lebens ſich faſt nie auf die iſolirte Wirkung einer Grundkraft beziehen, eben weil eine ſolche im gewöhnlichen Leben faſt nie beobachtet wird. Irgend eine Grundkraft herrſcht bei unſeren Gedanken und Handlungen mehr oder weniger vor, aber eine unbeſtimmte Anzahl anderer wirkt modificirend ein. Gerade dadurch wird es ſo ſchwer, den Ideengang und die Handlungen der Menſchen im Voraus zu beſtimmen, wenn wir auch das Verhältniß ihrer geiſtigen Grundkräfte ziemlich gut kennen und die Umſtände wiſſen, in die ſie verſetzt werden. Doch liegt eine ſolche Vorausbeſtimmung nicht ganz außer den Grenzen der Möglichkeit; denn was man freien Willen nennt, iſt ſchließlich nichts Anderes, als das Reſultat der ſtärkſten Motive, wie Charles Bray in ſeiner „Philosophy of Necessity“ vortrefflich gezeigt hat.

Auf die Unterschiede der Menschen im Großen und Kleinen, und auf ihre geschichtliche Entwickelung angewendet, muß, wie Sie selbst aus dieser kurzen Darstellung erkannt haben werden, die Phrenologie die lehrreichste Führerin sein. Sie begründet organisch den Unterschied nicht nur der Individuen, sondern auch der Nationen, und zeigt die Möglichkeit, ja die Nothwendigkeit ihrer Entwickelung.* Sie zeigt, daß es wirklich eine Aristokratie der Geburt (angeborene Unterschiede) giebt, die nur nicht gerade immer zusammenfällt mit der des Wappens. Sie lehrt uns, daß alle plötzliche Aenderungen socialer Zustände für das Gemeinwohl gefährlich sind, weil das geistige Leben der Völker nicht über Nacht ein anderes werden kann.

Da aber immer höhere Entwickelung ein heiliges unvermeidliches Gesetz der Natur ist, so sind die, welche sich ihr mit äußerer Macht entgegen stemmen, die wahren Urheber gewaltsamer Revolutionen. Die Erfolge, die sie eine Zeit lang erreichen, werden die Ursachen gewaltiger Ueberstürzungen, und das einmal aufgeregte Streben der Völker geräth für die Dauer einer Revolution in Widerspruch mit dem naturgemäßen Ziele, welches der erlangte Grad der Organisation ihnen setzt, und welches einzuhalten die Bemühung aller Besonnenen sein sollte. Aber durch das Gefühl gegen so gewaltigen Strom kaum mäßigend ankämpfen zu können, lassen sich in so bewegter Zeit nur Allzuviele von jedem Versuche dazu zurückschrecken.

Verzeihen Sie mir, wenn auch ich mich in den letzten Worten vielleicht hinreißen ließ, die ursprünglichen Grenzen meines Zieles zu überschreiten, aber auch die großen politischen Bewegungen folgen den allgemeinen Gesetzen der Natur.

Vierzigster Brief.

Rückblick.

Lichtenberg sagt: Wenn ein Sandkorn an der Küste von China in das Meer geworfen wird, so müßte zur höchsten Vollkommenheit gesteigerte Beobachtung die Wirkung davon an den Küsten der Ostsee wahrnehmen können.

Die Welt mit einem Blicke zu überschauen ist dem Genius keines Sterblichen gewährt. Aber wenn wir Theil für Theil untersuchen, so finden wir überall, wo es uns gelingt, Ursache und Wirkung zu erkennen, auch Harmonie und Nothwendigkeit. Alles greift in einander, Nichts ist überflüssig. So gewinnt man nach und nach eine theilweise Anschauung, ein Ahnen des allgemeinen Zusammenhanges. Diese aber Ihnen mit wenig Worten zu gewähren, wenn Sie dieselbe nicht schon beim Lesen des Kosmos gewonnen haben, kann ich nicht unternehmen, ich kann höchstens in dem Streben nach solcher Uebersicht Sie zu unterstützen versuchen.

Die Anziehung aller Materie, deren Gesetze wir erkannt haben, hat die Himmelskörper geballt, treibt sie durch den Raum und zwingt die kleineren, größere in elliptischen Bahnen zu umkreisen, von denen Licht und Wärme ihnen zustrahlen. Aber die Anziehung oder Gravitation allein reicht nicht aus, um die Bewegungen der Weltkörper zu erklären. Bloße Anziehung würde alles Körperliche um einen Punkt zu vereinigen streben. Wir brauchen, um die wirklichen Bewegungen der Himmelskörper zu deuten, noch eine andere weniger erkannte Kraft. Die eine ist nicht wunderbarer als die andere, denn den Urgrund kennen wir von beiden nicht. Aber in ihrer allgemeinen Gesetzmäßigkeit und nach ihren nächsten Ursachen ist die Gravitation vollständiger erkannt, als jene treibende Ursache, jener erste Stoß, welcher die Weltkörper von ihren Fallrichtungen abgelenkt und in Bahnen gezwungen hat, deren Form das nothwendige Resultat dieser zwei Wirkungen ist. Wenn Sie auf vollkommene Uebereins-

ſtimmung Verzicht leiſten wollen, ſo können Sie die Bahnen der Himmelskörper mit Pendelſchwingungen vergleichen. Fände das Pendel keinen Widerſtand in der Luft und am Aufhängungspunkte, ſo würde es, einmal angeſtoßen, nach den Geſetzen der Mechanik ewig fortſchwingen. Der gewöhnliche Uhrpendel ſchwingt in einer Ebene, wenn Sie aber eine Kugel an einem Faden aufhängen, mit dem Faden aus der verticalen Richtung bewegen und nun ihr einen Anſtoß geben, der nicht genau gegen die Verticalſtellung derſelben hin oder von ihr ab gerichtet iſt, ſo ſchwingt ſie eine Zeit lang um den Raum ihrer verticalen Stellung herum. Die Bahn, welche dabei die Kugel beſchreibt, iſt wegen der Hinderniſſe der Luft und des Aufhängepunktes allemal eine ſpiralförmige, immer enger werdende, ſo daß endlich die Kugel im Mittelpunkt, in der verticalen Stellung, zur Ruhe gelangt. Wären aber dieſe Hinderniſſe nicht vorhanden, ſo würde ſie bei einem einzigen beſtimmten Verhältniß von Stoßrichtung und Stärke eine kreisförmige ſein, bei einer zweiten einzigen Stoßrichtung eine geradlinige, in allen anderen Fällen aber eine elliptiſche. Die factiſche Spiralform wird Sie nicht verhindern, die Wahrheit dieſes Satzes im Verſuch zu erkennen, denn die Spiralen, welche eine ſo aufgehangene Kugel beſchreibt, ſehen Kreiſen, geraden Linien oder Ellipſen ſehr ähnlich. Die Erde wirkt bei dieſer Bewegung als Centralkörper, und die Unterſchiede, welche zwiſchen ihr und der Bewegung der Himmelskörper ſtattfinden, ſind nur folgende: Die Himmelskörper hängen nicht an Fäden über ihren Centralkörpern, ſondern ſie bewegen ſich frei im Raume, der ihnen ſo gut als kein Hinderniß bietet, um dieſelben, die nicht die Mittelpunkte, ſondern ſtets einen der Brennpunkte der Ellipſe einnehmen.

Die Subſtanz der Weltkörper außer der Erde iſt uns unbekannt, wir kennen nur ihre Bewegung und urtheilen aus ihr auf ihre Dichtigkeit. Die einzigen außerirdiſchen, kosmiſchen Subſtanzen liefern die Meteorſteine, in denen bis jetzt nur auf der Erde bekannte Elemente aufgefunden worden ſind.

Die Chemiker unterſcheiden, wie Sie wiſſen, einfache Grundſtoffe (Elemente) und aus ihnen zuſammengeſetzte Körper. Sie haben bis jetzt einige Sechzig ſolche ſogenannte Grundſtoffe

aufgefunden. Da aber der Natur der Sache nach täglich neue hinzukommen oder einige derſelben als zuſammengeſetzt erkannt werden können, ſo bezeichnen dieſe Elemente eben nur den gegenwärtigen Zuſtand der Chemie. Es würde unverſtändig ſein, ſie als die wirklichen Grundſtoffe der Erde oder der Welt zu betrachten. Der Speculation reichen ſchon zwei ihrem Weſen nach verſchiedene Grundſtoffe aus, um alle ſtofflichen Verſchiedenheiten in der Welt zu erklären. Es laſſen ſich nämlich zwei Grundſtoffe unter unendlich verſchiedenen Verhältniſſen mit einander verbunden denken, und jedes andere Verhältniß ihrer Verbindung kann nicht nur, ſondern muß auch andere Eigenſchaften beſitzen, ſobald die beiden Grundſtoffe ihren Eigenſchaften nach wirklich verſchieden ſind. Zur ſpeculativen Conſtruction aller Stoffverſchiedenheiten ſind alſo nur zwei grundverſchiedene Stoffe nöthig. Deshalb aber nun ſogleich annehmen zu wollen, daß es wirklich nur zwei wahre Grundſtoffe gebe, würde in den Fehler der meiſten ſogenannten Naturphiloſophen verfallen heißen. Was denkbar iſt, iſt noch nicht nothwendig und wirklich. Als Naturforſcher dürfen wir die Erfahrung nie weit überſchreiten, was die Grundſtoffe betrifft, müſſen wir vielmehr bekennen, daß ihre wahre Zahl uns ſo unbekannt iſt, als ihr Weſen. Das Streben, ſie aufzufinden, hat uns aber bis jetzt einige Sechzig Stoffe kennen gelehrt, die noch nicht weiter zerlegt werden konnten.

Bewegung und Erleuchtung ſind die beiden Haupterſcheinungen, die wir auch fern von der Erde durchforſchen können. Sie zeigen in ihren Geſetzen überall Uebereinſtimmung, obwohl das Licht der Himmelskörper nicht ganz gleich iſt.

Laſſen Sie uns aber den Blick abwenden von den Schwindel erregenden Himmelsräumen, um auf der genauer bekannten Erde das Ineinandergreifen aller Dinge weiter zu verfolgen.

Daß die Erde die Sonne umkreiſt und ſich täglich um ihre Axe dreht, bringt uns den Wechſel der Zeiten und die mannichfaltig wechſelnde Vertheilung von Wärme und Licht, welcher die Organiſation der lebenden Geſchöpfe unter allen Zonen entſpricht. Ja dieſer periodiſche Wechſel hat ſich in den Organismen zum Lebensgeſetz geſtaltet. Allen Pflanzen und Thieren iſt eine gewiſſe Periodicität eigen, welche urſprünglich

von den Conſtellationen der Weltkörper ausgeht, und bei Verſetzungen in andere Erdzonen nur allmälig überwunden und umgeſtaltet wird.

Eine Erde ohne Ekliptik würde Extreme des Klima's bieten, wie ſie mit unſerer Organiſation und mit der der meiſten Pflanzen und Thiere unverträglich iſt.

Unſer Planet beſteht aus Stoffen, die bei der Temperatur, welche er gegenwärtig hat und welche durch die von der Sonne ausgehende Wärmeſtrahlung, trotz beſtändiger Wärmeausſtrahlung in den Weltraum, conſtant bleibt, ſich theils im feſten, theils im flüſſigen, theils im gasförmigen Zuſtande befinden. Auch das iſt eine den Organismen der Erde durchaus nöthige Bedingung, oder vielmehr eine Urſache ihres Seins.

Feſte und gasförmige Beſtandtheile der Erde überwiegen, ſo weit uns durch Beobachtung bekannt, die tropfbar flüſſigen an Volumen, und ſchließen dieſelben zwiſchen ſich ein. Iſt jedoch die Hypotheſe der Geologen richtig, ſo folgt unter der ſtarren Kruſte wieder ein flüſſiger Kern. Die feſten Beſtandtheile der Erde ſind vorherrſchend Erden und Metalle, die in den uns zugänglichen Regionen flüſſigen: Waſſer (Sauerſtoff und Waſſerſtoff), die gasförmigen: Luft (Sauerſtoff und Stickſtoff). Dieſe flüſſigen Hüllen des wenigſtens an ſeiner Oberfläche feſten Erdkörpers würden ſich in einem Zuſtande ewiger gegenſeitiger Ruhe befinden, wenn nicht mehrere Urſachen, beſonders aber die wechſelnde und ungleich vertheilte Sonnenwärme ſowie überhaupt die Stellungen des Mondes und der Sonne mancherlei Bewegungen in ihnen hervorriefen. Auch dieſe Bewegungen würden höchſt einförmig ſein, wenn nicht die Erdaxe gegen ihre Bahn geneigt, und die Grenzen des Feſten gegen Waſſer und Luft nicht ſo complicirt wären, als ſie es ſind. Daß ſie aber ſo complicirt ſind, iſt offenbar wieder eine Folge der Schiefe der Ekliptik, wodurch jene Himmelskörper von Anfang an und während aller Bildungsproceſſe wechſelnd auf die einzelnen Oberflächentheile der Erde einwirkten. So bedingt immer Eines das Andere, die erſte Abweichung von der Symmetrie allen anderen.

Eine ewige Bewegung und Veränderung herrſcht in den verſchiedenen Aggregatzuſtänden der Erde. Wellenförmige

Schwingungen durchzittern beständig mit ungleicher Energie das ganze System derselben. Das Gesetz der Wellenbewegung scheint ein sehr allgemeines zu sein, nicht nur für Licht und Schall, für gasförmige und flüssige Substanzen, sondern auch für feste Körper gültig; aber für alle verschieden, was die Länge und Form der Wellen und die Schnelligkeit ihrer Fortpflanzung anlangt. Und wie jetzt, so auch in den ältesten Zeiten. Der flüchtige Lufthauch, der vor Millionen Jahren wehte und die Oberfläche des Wassers kräuselte, ist noch heute aus den wellenförmigen Schichtoberflächen mancher Sandsteine zu erkennen, die seine Wirkung verkörperten. Die ganze Erde wird durch diese ewigen Bewegungen einem großen Organismus vergleichbar. Aber ein wichtiger Unterschied darf nicht übersehen werden: die Gesetze dieser Bewegungen und Aenderungen der Erdtheile sind uns bekannt, es sind sogenannte mechanische und chemische; die Gesetze der meisten Bewegungen und Aenderungen in den organischen Körpern dagegen suchen wir erst noch. Sie scheinen zum Theil wenigstens von den mechanischen und chemischen abzuweichen. Link sagt in seinen Propyläen: „Bewegung, sofern sie durch einen inneren Grund bestimmt wird, heißt Leben." Dieser innere Grund ist es aber eben, den wir noch nicht näher kennen.

Die Wärme ruft nicht nur Strömungen im Luft- und Wassermeer hervor, sondern sie ändert auch beständig einen Theil des Wassers in Gas (Dampf) um, welches dann unsichtbar oder als Dunst in Wolkengestalt, durch Strömungen der Luft über das Land geführt wird, wo es durch Wärmeentziehung wieder als Wasser niedergeschlagen wird, und nach den Gesetzen der Schwere in die großen Sammelbecken des Meeres abfließt, auf diese Weise einen beständigen Kreislauf vollbringend, und das trockene Land bewohnbar machend.

Wieder ist es besonders die ungleiche Erhebung des Landes, welche noch außer den allgemeinen Wärmeunterschieden eine ungleiche Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge bedingt, und ebenso bewirkt dieselbe (die ungleiche Erhebung) große klimatische Unterschiede in demselben Landstriche, weil die Luft beim Aufsteigen in höhere Regionen durch Ausdehnung abkühlt. Diese Unterschiede würden noch weit größer und für das orga-

[illegible] sehr unzuträglich sein, wenn sie nicht dadurch [illegible] ausgeglichen würden, daß die am [illegible] über flüssigen Boden erwärmte Luft als dadurch schon dünner stets aufsteigt, während die kältere aus der Höhe niedersinkt. Dieser Wechsel muß, wie Sie sehen, sowohl die Wärme als die Kälte mäßigen. Nur fast nirgends kann man dieses nach einer sehr üblichen Bezeichnung wunderbare Ineinandergreifen vieler natürlicher Bedingungen zu einem uns Menschen vortheilhaften Resultate überall verfolgen, als in dem Einflusse des Temperaturwechsels auf das ungesalzene Wasser. Es erreicht dieses, wie Sie wissen werden, schon bei + 3 Grad seine größte Dichtigkeit, und diese scheinbar unrichtige Abweichung von anderen Flüssigkeiten und selbst vom Meereswasser, welche mindestens bis zu ihrem Erstarrungspunkte durch Kälte stets dichter, also schwerer werden, wird sehr wichtig für alles organische Leben. Dieser kleine Umstand ist die Ursache, warum Teiche, Landseen und Flüsse bei uns im Winter nicht bis zu ihrem Boden erstarren, und warum die Eisdecke im Frühjahre weit leichter aufthaut, als außerdem der Fall sein würde. Würde das Wasser bis zu seinem Erstarrungspunkte immer dichter, so würde sich in allen Wasserbecken, wie es bis zur Abkühlung auf + 3° wirklich der Fall ist, stets das kälteste auf den Boden senken, und die Eisbildung würde nothwendig, von da aus beginnend, sehr leicht das ganze Wasserbecken durchdringen. So aber sind die unter + 3° abgekühlten Wassertheilchen etwas leichter, als die von gerade 3° Wärme, sie bleiben deshalb an der Oberfläche und erstarren da zu einer Eisdecke, welche das darunter befindliche Wasser von 0 bis 3° Wärme gegen ferneres Abkühlen durch Verdunstung und Wärmeausstrahlung etwas schützt, so daß deshalb nach der ersten Eisdeckenbildung der fernere Abkühlungsproceß nur sehr langsam vorschreitet. Umgekehrt verhält es sich beim Aufthauen. Wäre das Wasser von 1° Wärme schwerer als das von 2 oder 3°, so würde es, wenn eine Eisoberfläche durch Sonnenbestrahlung zu thauen anfängt, nicht aufsteigen, sondern stets zunächst über dem Eise stehen bleiben, während die Oberfläche der dünnen Wasserschicht sich stark erwärmen und durch Verdunstung viel von dieser Wärme wieder verlieren könnte, ohne daß dadurch Eis aufgethaut würde. Auf diese Weise würde das Aufthauen

der Eisdecke nur sehr langsam vorschreiten. Da aber durch das ausnahmsweise Verhalten alles Süßwassers das Thauwasser von 1° Wärme über das von 2 oder 2½° aufsteigt, sich hier bis ziemlich 3° erwärmt und dann niedersinkt, um durch das vom Eis auf 0 oder 1° abgekühlte verdrängt zu werden, so wird durch diesen Kreislauf in der Wasserschicht über der Eisfläche der Proceß des Aufthauens außerordentlich befördert.

Diese ausnahmsweise Eigenschaft des Wassers, die mir als ein Beispiel der Mühe werth schien, hier so viel darüber zu sagen, ist zwar nicht eine Ausnahme von Naturgesetzen, aber in der That von der Art, daß Viele geneigt sein werden, sie für den Ausfluß einer besonderen Fürsorge und Weisheit zu halten, doch scheint es mir in solchen Fällen allemal gerathener, mit Keppler zunächst eine gewöhnliche Lösung abzuwarten, da dem Naturforscher Wunder, in dem Sinne von Ausnahmen von den Naturgesetzen, ganz fremd sind.

Wir kennen noch wenig die Einflüsse des Diamagnetismus, des Magnetismus und der Elektricität auf die Zustände der Erde. Ohne Zweifel sind sie überall und zu jeder Zeit thätig, wie denn die chemische Verwandtschaft der Stoffe als mit ihrer Thätigkeit in Beziehung erkannt worden ist. Diese Verwandtschaft steht ihrerseits in vollster Harmonie mit den Gesetzen des organischen Lebens, oder das letztere mit ihnen. D. h. unter ihrer Vermittelung eignen sich die Organismen gewisse Stoffe an, während sie andere ausscheiden, ihren Körper stets regenerirend.

In diesem Sinne gleicht die Lebensthätigkeit der Thiere und Pflanzen sich gegenseitig aus, indem die einen vorzugsweise Kohlenstoff ausscheiden, den die anderen aufnehmen. In diesem Sinne ist es ferner, daß zu Entwickelung der inneren Wärme aller warmblütigen Thiere in den kalten Zonen viel größere Quantitäten kohlenstoffhaltiger Nahrung und Sauerstoff zu deren Oxydation (Verbrennung) nöthig sind, als zwischen den Wendekreisen, während gleichzeitig die größere Dichte der kalten Luft an den Polen mit jedem Athemzuge wirklich mehr Sauerstoff einathmen läßt, als am Aequator, und während zugleich die fetten kohlenstoffreichen Nahrungsmittel den Polarländern im Meere zugeführt werden.

Wenn wir nach dieſen kurzen Andeutungen über das vielfache Ineinandergreifen der kosmiſchen und irdiſchen Verhältniſſe noch einen flüchtigen Blick auf das Werden der Dinge zurückwerfen, ſo werde ich da zunächſt an einen Ausſpruch Bacon's erinnert: „Von der erſten Materie und ihrer Beſchaffenheit und Thätigkeit kann es in der Natur keine Urſache geben.“ Aber wo iſt dann dieſe Urſache? — Sie liegt jedenfalls außerhalb der Sphäre unſeres Erkennens. Wir finden noch jetzt in einigen Lichtnebeln des geſtirnten Himmels vielleicht die erſten Zuſtände ſich bildender Weltkörperſyſteme, während daneben Miliarden ſchon fertige Welten kreiſen. Die Aethermaſſen ballen ſich, eine unerkannte Urſache verſetzt ſie in kreiſende Bewegung, ſie ſchwingen nach ewigen Geſetzen ſich abplattend um ihre Axen. Durch die Ballung freigewordene Wärme ausſtrahlend, gehen ſie in dichtere und feſtere Zuſtände über, ſelbſt leuchtend oder nur erleuchtet. Mit den Gegenſätzen von feſt, flüſſig und gasförmig wächſt die Mannichfaltigkeit und das Streben nach Individualiſirung von Einzelweſen, die einen um ſo höheren Grad individueller Vollkommenheiten erlangen, je mehr und je mannichfaltigere Einflüſſe auf ſie einwirkten. Die Oberfläche der Erde iſt augenſcheinlich immer mannichfaltiger geſtaltet worden, und in Folge davon ſind es auch die klimatiſchen Verhältniſſe derſelben und die ſie bewohnenden Organismen. Größere Mannichfaltigkeit im Bau iſt es, was wir höhere Organiſation nennen. Dieſe mußte nothwendig beſtändig zunehmen, da neben den Reſultaten neuer Ereigniſſe ſtets auch die der früheren in gewiſſem Grade bleiben. Keines wird vollſtändig verwiſcht, und jedes frühere wirkt auch an ſich ſchon auf das neue. Mannichfaltigkeit des Reſultates iſt ſomit eine nothwendige Folge vieler aufeinander folgender ungleicher Einwirkungen. Sehr deutlich zeigt ſich dies in der Entwickelungsreihe der organiſchen Geſchöpfe, aber dieſe iſt offenbar nur ein Reſultat der ſogenannten phyſikaliſchen Zuſtände des Erdkörpers. In den Organismen ſind die Eindrücke erblich, was die Eltern erlitten und erlebten, trägt ſich auf die Organiſation der Jungen über, und dieſe ſammeln neue Erfahrungen für ihre Nachkommen, ſo enthält jede Generation in ſich ſchon Folgen aller vorhergehenden Vorgänge. Die zuletzt entſtandenen organiſchen Formen müſſen

darum die mannichfaltigſten, wie wir zu ſagen pflegen, vollendetſten ſein, und ſo iſt der Menſch als endliches Reſultat der ganzen Entwickelungsgeſchichte des Erdkörpers in gewiſſem Sinne ein Mikrokosmos. Er trägt dieſe Geſchichte verkörpert in ſich. Doch laſſen Sie uns zurückkommen von dieſen etwas ausſchweifenden Phantaſien über die Vergangenheit und das Werden zu ähnlichen über die Gegenwart. Es iſt nun einmal Bedürfniß des menſchlichen Verſtandes, ſelbſt das nicht vollſtändig Erkannte ſeiner Kritik zu unterwerfen.

Die Natur regulirt ſich ſelbſt, jede Ausſchweifung, jede extreme Entwickelung nach einer Seite hin, führt naturgeſetzlich ein Gegengewicht im Gefolge. Ein Freund verglich mir das dem Kugelregulator an den Dampfmaſchinen, durch deſſen ſchnelleres Umſchwingen die Ventile mehr und mehr geſchloſſen werden und den Gang langſamer machen. Ich denke, er hat Recht, in ſo weit überhaupt ſolche Vergleiche ſtatthaft ſind. — Durch Wärme verdunſtet das Waſſer, aber dabei wird Wärme gebunden und die Verdunſtung vermindert. Die Pflanzendecke vermehrt die Wärmeausſtrahlung der Erdoberfläche und dadurch den Thau, den ſie bedarf. Thier- oder Pflanzenarten, die ſich zu ſtark vermehren, führen ſehr bald ihre Feinde im Gefolge, welche die zu ſtarke Vermehrung hindern. Wenn unſer Auge zu viel Licht trifft, zieht der Schließmuskel der Pupille ſich zuſammen und mindert die Maſſe des einfallenden Lichtes. Tauſende ſolcher Beiſpiele ließen ſich aufzählen, aber dieſe mögen genügen.

Die in der Welt faſt überall erkannte Zweckmäßigkeit iſt ſehr verſchieden gedeutet worden. Einige ſagen, ſie ſei ein unmittelbares Reſultat und ein Beweis göttlicher Weisheit; Andere nennen ſie ein nothwendiges Naturgeſetz; noch Andere[29]) behaupten, in der Natur ſei eben nur die allernothwendigſte Zweckmäßigkeit zu finden, ohne die überhaupt nichts beſtehen könne. Es ſei nur ein Minimum von Zweckmäßigkeit, und was dieſe nicht erreichte, habe nicht entſtehen, oder wenigſtens nicht beſtehen können. Was in der Welt iſt, ſei nur ein Ueberreſt unendlich vieler Anfänge. Wenn dabei auf die ausgeſtorbenen foſſilen Arten als mißlungene Verſuche verwieſen wird, ſo zeugt das offenbar von einem gänzlichen Verkennen derſelben, denn dieſe waren für ihre

Zeit jedenfalls eben ſo zweckmäßig, als die jetzt lebenden. Ich muß Ihnen überhaupt geſtehen, daß ich geneigt bin, keiner dieſer Anſichten ganz beizupflichten. Mir ſcheint, daß den Umſtänden entſprechende Bildung und Umbildung, d. i. Vervollkommnung, ein allgemeines Naturgeſetz iſt. Etwas Unzweckmäßiges entſteht nie, es kann nur gemacht werden, wie denn überhaupt nur die entſprechenden Bedingungen erſt Neubildungen, und dieſe ſtets ſich ſelbſt entſprechend hervorrufen. Sehr oft legen wir in einſeitiger Auffaſſung beſtimmte Zwecke unter, wo gar nicht von ſolchen die Rede ſein kann, ja man darf wohl eigentlich nie ſagen, die Natur verfolgt Zwecke, ſie erreicht höchſtens welche, d. h. wir nennen die Reſultate erreichte Zwecke, während ſie nur etwas einfach Gewordenes ſind.

Namentlich dürfen wir die Einrichtung der Himmelskörper, z. B. unſerer Erde, nicht von dem Standpunkte aus betrachten, als ſeien ſie gemacht, um uns und unſeren Mitgeſchöpfen einen möglichſt bequemen Wohnplatz vorzubereiten. Eine ſolche Anſchauungsweiſe ſteht wieder in innigſter Beziehung mit der ſtolzen Idee, daß der Menſch der Zweck der Schöpfung ſei. Die Sache iſt umgekehrt, die Organismen entſtanden, weil, wie und wo die Zuſtände des Planeten es erlaubten nnd bedingten.

Kant unterſchied zuerſt die objective Zweckmäßigkeit von der ſubjectiven, indem er zu der letzteren die Faßlichkeit der Gegenſtände für den Begriff rechnete und davon ihre Schönheit ableitete. Die objective Zweckmäßigkeit theilte er in die formale (z. B. die Zweckmäßigkeit mathematiſcher Figuren) und in die materiale, bei welcher es auf ein Verhältniß von Urſache und Wirkung ankommt. Dieſes Verhältniß kann nun auf eine doppelte Weiſe ſtattfinden, entweder die Wirkung iſt als ſolche ſelbſt Zweck, und dieſe Zweckmäßigkeit nennt Kant die innere, oder die Wirkung dient nur als Mittel zum zweckmäßigen Gebrauche anderer Urſachen, und dieſe nennt er die relative Zweckmäßigkeit. Dieſe iſt es, welche ſo oft der Natur ganz fälſchlich untergelegt, oder vergeblich in ihr geſucht wird. Der Schnee, ſagt Kant, ſichert die Saaten in kalten Ländern gegen den Froſt, erleichtert die Gemeinſchaft der Menſchen durch Schlittenbahn, der Lappländer findet Rennthiere, welche die Schlitten ziehen können, von dürrem Mooſe leben und ſich lenken laſſen.

Aber, setzt er hinzu, man sieht die Nothwendigkeit nicht ein, warum dort Menschen leben sollen. Und, kann man hinzufügen, warum hat die Natur in den libyschen Wüsten nicht ähnliche Einrichtungen getroffen, um sie bewohnbar zu machen? Ganz verschieden von dieser relativen Zweckmäßigkeit (sagt Link[28]) ist die innere, welche wir an den organischen Geschöpfen bemerken. Hier ist es offenbar, daß die Augen zum Sehen, die Ohren zum Hören und die Füße zum Gehen dienen, und diese Zweckmäßigkeit hat die Naturforscher verführt, auch über den organischen Körper hinaus zu gehen und der ganzen Natur eine solche Zweckmäßigkeit anzudichten. Ich meine aber auch bei der Zweckmäßigkeit in den Organismen darf man nie vergessen, daß man sie als etwas Gewordenes nicht genau mit der eines speciell voraus überdachten menschlichen Kunstwerkes vergleichen kann.

Es giebt eine Mystik oder Nachtseite der Naturwissenschaften, d. h. gewisse noch nicht verstandene Theile in denselben, und diese sind bisher gewöhnlich am meisten von den sogenannten Naturphilosophen ausgebeutet worden. Ich rede hier nicht von der speculativen Philosophie, durch welche sich Deutschland so vorzugsweise ausgezeichnet hat, vielleicht weil die praktischere Philosophie der Politik bisher unmöglich war. Diese abstracte Philosophie hat als Denkübung Außerordentliches geleistet. Als ein der Beobachtung zugekehrter Naturforscher, wage ich es nicht, den Meistern dieses Gebietes auch nur zu nahen. Wer mit hellem Verstande ausgerüstet, sein ganzes Leben dem Denken widmet, wird unzweifelhaft ein großer Denker werden, und ich gestehe, daß ich dem rein speculativen Gedankengang eines Spinoza, Leibnitz, Kant, Fichte oder Hegel kaum zu folgen, vielweniger ihn zu beurtheilen vermag. Sobald aber diese Denker in das Gebiet der Naturforschung herüber greifen, dann fehlt ihnen gewöhnlich die sichere Grundlage der ausdauernden Beobachtung, und ihre Speculationen werden gar oft zu Faseleien. Das zeigt sich bei keinem deutlicher, als bei Schelling, der sich selbst den Schöpfer der Naturphilosophie nennt. Sein System versprach nichts weniger, als die ganze Natur ohne alle Hülfe der Erfahrungen, ohne Beobachtung und Versuch, nach bloßen Vernunftgründen nicht nur zu erklären, son-

dern auch darzuſtellen, oder zu conſtruiren. Ihm folgten mehr oder weniger Steffens, Oken und andere weniger bekannte Männer; ich kann gegen ſie Alle nichts Beſſeres als Jordan[31]) ſagen: „Die Welt begreifen zu wollen, indem man vom Gedanken ausgeht, heißt, ein Gebäude von der Spitze anſtatt vom Fundament aus zu bauen anfangen; denn das Denken iſt keineswegs etwas Urſprüngliches, Erſtes, ein Urquell, aus welchem alle Dinge hervorgehen, ſondern gerade ein Ergebniß, und zwar das letzte, höchſte Ergebniß, die Spitze der Naturentwickelung. Wer den Geiſt zum Vater aller Dinge macht, hat von vorn herein darauf verzichtet, ihn zu erkennen, ſeine Geburt und Entwickelung zu begreifen, denn er ſtellt ihn abſichtlich in einen undurchſichtigen geheimnißvollen Hintergrund. Damit tritt ſogleich ein vollſtändiger Zwieſpalt ein zwiſchen dem Geiſtigen und Materiellen, ein Gegenſatz zwiſchen Seele und Leib, deſſen Verſöhnung unmöglich iſt, ſo lange man dem Gedanken das Recht der Erſtgeburt oder vielmehr Ungeborenheit überläßt und mit Gewalt die Augen zukneift, um nicht zu bemerken, daß er in der That nichts iſt, als das jüngſte letztgeborene Kind der Materie, dem alle anderen vorausgegangen ſein mußten, damit er zur Exiſtenz kommen konnte."

Von dem fernen Lichtnebel bis zum ausgebildeten Sonnenſyſtem, von der einfachen organiſchen Zelle bis zum Menſchen aufwärts iſt nur eine Entwickelungsreihe, giebt es nur ein Geſetz, und beides ſpiegelt ſich in der Hirnthätigkeit des Menſchen.

„Es iſt nichts im Geiſte, was er nicht durch die Sinne aufgenommen hat" ſagte ſchon Ariſtoteles.

Im Text ſind nachſtehende Schriften durch die hier voran geſetzten kleinen Zahlen citirt, und von dieſen kann ich die unter 1, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 24, 31, 32 dem Leſer zu beſonderem Studium empfehlen:

1) **Beſſel**, Vorleſungen über wiſſenſchaftliche Gegenſtände. 1848.
2) **Carus**, Briefe über das Erdenleben. 1841.
3) **Plinius**, Historia naturalis I. 9. u. II. 59.
4) **v. Dalberg**, über Meteor-Cultus der Alten, vorzüglich in Bezug auf Steine, die vom Himmel gefallen. Heidelberg, 1811.
5) **Poggendorff**, Annalen der Phyſik und Chemie. B. 72. S. 159, 170 und 480, und Ergänzungsband II. S. 249.
6) Philosophical Magazine, 1847. p. 194. 1845. p. 1 u. 146.
7) **Berghaus**, phyſikaliſcher Atlas.
8) **Darwin**, naturhiſtoriſche Reiſen, überſetzt von Dieffenbach. 1844, und Coral reefs. London, 1842.
9) **Fr. Hoffmann**, phyſikaliſche Geographie. 1837.
10) **v. Tſchudi**, Peru. 1846. B. 2.
11) **Agassiz**, études sur les glaciers. 1840. Deutſch von Vogt, und Système glaciaire, ou recherches sur les Glaciers. Paris, 1847.
12) **v. Charpentier**, essai sur les glaciers. 1841.
13) **Forbes**, Travels through the Alps. 1843.
14) **v. Leonhard**, Geologie. B. V. S. 315.
15) **C. Vogt**, Ocean und Mittelmeer. 1848. B. II. S. 63.
16) **Esquiros**. Paris, 1848. B. I.
17) **Dove**, Temperaturtafeln. Berlin, 1848.
18) **Pöppig**, Reiſe in Chile und Peru.
19) **Schleiden**, die Pflanze und ihr Leben. Leipzig, 1848.
20) **Liebig**, Chemiſche Briefe. Heidelberg, 1844.
21) **Roßmäßler**, Anleitung zum Studium der Thier- und Pflanzenwelt. 1846.
22) **Linnaeus Martin**, Naturgeſchichte des Menſchen, überſetzt von Moritz und Thomae. 1844.
23) **Prichard**, researches into the Physical History of Mankind.
24) **Burmeiſter**, Geſchichte der Schöpfung.

25) Jenne, über Schädelbildung zur feſteren Begründung der Menſchenraſſen. Berlin, 1846.
26) Oefversigt af kongl. Vetuskaps-Akademiens förhandlingar. 1847. No. 1. S. 1.
27) Henne, Allgemeine Geſchichte von der Urzeit bis auf die heutigen Tage. 1845.
28) Link, Propyläen der Naturkunde. I. 1836. S. 127 und II. 1839. S. 18.
29) Rosſen, der Streit des Naturgeſetzes mit dem Zweckbegriff in den phyſiſchen und hiſtoriſchen Wiſſenſchaften. Königsb. 1845.
30) Lindenſchmit, die Räthſel der Vorwelt. 1846.
31) W. Jordan in Wigands Vierteljahresſchrift. B. I. 1844.
32) Noel, Grundzüge der Phrenologie. 1847.
33) Phrenological Journal. Vol. XI. p. 13. 1838.
34) Garnier, Psychologie. Paris, 1839.
35) Chenevix, über Geſchichte und Weſen der Phrenologie, überſ. von Cotta.

Index.

In dieſen Index ſind nicht nur die in den Briefen beſprochenen Gegen-
möglichſt vollſtändig aufgenommen worden, ſondern auch die haupt-
ſten der in dem erſten Theil des Kosmos behandelten; die Seitenzahlen
teren ſind ſtets durch ein vorgeſetztes K bezeichnet. Außerdem erſchien
kmäßig, einen Theil der im Kosmos, oder in den Briefen vorkommen-
emdwörter zu erläutern, und das iſt in der Weiſe geſchehen, daß ent-
die Erläuterung möglichſt kurz gefaßt hinter das Wort geſetzt wurde,
ß man dieſelbe durch beigefügte Seitenzahl im Texte leicht zu fin-
mag.

A.

on (Abirrung), des Lichtes der Him-
örper von der geraden Richtung.
ingen aus Waſſer 128.
e Geſteine 101.
ing der Erde 52; K. 171.
onsvermögen, Aufſaugungsvermögen,
ahmevermögen.
aung des Menſchen 294. 306.
ion, begriffliche Abſonderung, Verall-
inerung.
ung der Magnetnadel 65; K. 187.
ung der Sonne, nennt man den Win-
den ſie mit der Aequatorialebene der
macht.
er 295. 296. 297.
Völkerſtämme 302.
r 295.
rialſtrom K. 326.
en (Meteorſteine) 42; K. 57. 120.
197.

Aethiopiſche Race 296. 297. 298. 299.
Aetzkalk, der Kohlenſäure beraubter (gebrann-
ter) Kalkſtein.
Agentien, Thätigkeit ausübende, wirkende Sub-
ſtanzen.
Agglomerat, ein zuſammengekittetes Geſtein,
K. 281.
Agglutination, Vereinigung, Verwachſung.
Aggregat, Anhäufung.
Aggregatzuſtand, Zuſtand der Körper, z. B.
feſt, flüſſig, luftförmig.
Afficiren, einwirken.
Afrikaner 300.
Alforeſen 296. 297. 301.
Alfuru's 301. 302.
Alluvialgebilde 99.
Alter der Erde 264.
Alter der Menſchen 305.
Alternanz, Wechſel, z. B. wenn zwei Geſteine
immer wechſelsweiſe über einander liegen.
Ameiſenlöwe 289.
Amerikaner 295. 296. 297. 298. 299. 302.

Ammoniten (Ammonshörner) 116. 148.
Analogie, Aehnlichkeit.
Analyse, Zerlegung.
Analysis, Zerlegung bei mathematischen Operationen.
Angular, eckig, winkelig, mit Ecken versehen.
Anogen, dem negativen Sauerstoff entwickelnden (galvanischen) Pol entsprechend.
Anorganisch, so viel als unorganisch.
Antarctisch, dem Bär gegenüber, d. i. dem Südpol nahe.
Antheren, Staubfäden der Pflanzenblüthen.
Anthropologie, die Lehre vom Menschen 310; K. 51.
Anziehung der Materie 329, der Körper 24.
Araber 295. 296. 297. 298. 299.
Areal, Flächenraum.
Armenier 295. 296. 298.
Art (Species), die niederste Eintheilungsstufe der Naturkörper, z. B. Quarz ist eine Mineralart, das Pferd eine Thierart.
Artenentstehung 140.
Asar, Schutthügel in Norwegen 216.
Aschenkegel, K. 240.
Asche, vulkanische, K. 246.
Asiaten 300.
Asphalt 83.
Association, Verbindung.
Assyrer 295.
Asteroiden, K. 94. 96. 120.
Asterophylliten 143.
Astraea (der Planet) 22.
Athmungsproceß 220.
Atlantischer Ocean, K. 309.
Atmosphäre 217; K. 332.
Atmosphärendruck 225; K. 335.
Atmosphärischer Staub, K. 335.
Atolls 271.
Atom, ideales, kleinstes, selbstständiges Theilchen 25; K. 67.
Atomistisch, von der Annahme bestimmter kleinster Körpertheilchen (Atome) ausgehend, K. 66.
Attraction, Anziehung.
Aufbrechen der Milchstraße 17; K. 156.
Aufschüttungskrater 81.
Aufsteigender Strom 247.
Ausgestorbene Arten 138.
Australier 296. 297. 298. 299.
Auswürflinge, K. 245.
Auswurfskegel 81; K. 239.
Auswurfskrater 81.
Axenstellung, K. 98.
Axiom, Grundsatz, Ursatz, des Beweises nicht bedürfender Satz.

B.

Bätylien 42.
Bandwurm 279.
Barometer, Luftdruckmesser.
Barometerschwankungen 225; K. 336.
Barometerstand 225; K. 336.
Barometrische Windrose, K. 336.
Basalt 100. 104. 106; K. 264.
Base (Basis), Basen nennt man die elektropositiven Körper, welche eine besondere Neigung haben, sich mit elektronegativen, z. B. Säuren, zu verbinden. Der Ausdruck ist darum relativ, außer dem Sauerstoff kann jeder Körper als Base auftreten. Im Eisenoxyd ist z. B. Eisen die Basis, im Gyps Kalkerde.
Beifallsliebe 321.
Belemniten 116.
Bernsteinbaum, K. 298.
Beutelthiere 158.
Bewegung der Fixsterne 17. 47; K. 149.
Bewegung des Sonnensystems 17.
Bewegungsgesetze 23.
Biela's Komet, K. 113.
Bifurcation, Gabeltheilung der Flüsse, z. B. des Orinoko.
Bildung der Gesteine 123.
Bildungsfähigkeit der Menschen 307.
Blitz 253; K. 363.
Blödsinn 320.
Böhmen 295. 296.
Brachiopoden 146.
Braune Race 297. 298.
Braunkohlen 95. 96. 118; K. 297.
Breitschädel 303.
Buschmänner 297. 301. 302.
Bunter Sandstein 95. 96. 97.

C.

Caffern 296.
Calamiten 141.
Calcium, ist die metallische Basis der Kalkerde 84.
Calcul, Berechnung.
Capacität, Fähigkeit.
Causalzusammenhang, Zusammenhang von Ursache und Wirkung.
Celten 295. 296. 297. 298. 299. 300.
Centralkörper 18; K. 93.
Centralsonne 17.
Centralvulkane 80; K. 249.
Centrifugalkraft, Fliehkraft 27. 51

Cephalopoden 109. 114. 116. 147.
Ceratiten 148.
Cerebellum 315.
Cetaceen 159.
Cirrus 253; K. 366.
Classe, eine Oberabtheilung in den drei Naturreichen; man unterscheidet z. B. die Classe der Säugethiere.
Clymenien 149.
Chaldäer 259.
Chaotisch, bunt durcheinander, ungeordnet.
Charakter 312.
Chinesen 297. 298. 299. 301. 302.
Chromatisch, farbig.
Chronometrik (Zeitrechnung) der Erde, K. 284.
Coërcitivkraft, die Kraft, welche der Trennung der beiden (angenommenen) magnetischen Fluida widersteht.
Cohäsion, Zusammenhalt.
Coincidenz, Zusammentreffen, Uebereinstimmung.
Columbische Race 296. 298. 299. 301.
Combination, Vergleichung, Zusammensetzung.
Combinirender Verstand, vergleichender Verstand.
Cometen, s. Kometen.
Complication, Verwickelung.
Composition, Zusammensetzung.
Concaver Scheitel, z. B. der Isothermen-Curven, ist ein Bogen derselben gegen den Aequator.
Concentrisch, von einem Mittelpunkte abhängig, z. B. Kreise verschiedener Größe, die einen Mittelpunkt haben.
Concentrische Riffe 272.
Concretion, Verwachsung, Verdickung.
Condensation, Verdichtung.
Conglomerate, K. 259. 282.
Coniferen, zapfentragende Bäume 119. 144.
Constante, beständige Größe.
Construction, Bauart.
Contact, Punkt oder Fläche der Berührung, Zusammentreffen.
Contact-Phänomen, Erscheinung oder Wirkung des Zusammentreffens.
Contagien, durch Berührung ansteckende Stoffe.
Continente 174; K. 306.
Continentalklima 233; K. 347.
Convergiren, zusammenlaufen, nach einem Punkt gerichtet sein.
Convexer Scheitel, z. B. isothermer Curven, ist ein Bogen dieser Linien gegen die Pole hin.
Copernicanisches System 23.
Coulombische Drehwage 60.
Cranioscopie (Schädelbeurtheilungslehre) 313.
Cretins 320.
Crinoideen 145.
Crustaceen 149.
Ctenoiden 150.
Culturgrenzen, K. 350.
Cumulus 253.
Curve, krumme Linie.
Cycadeen 144.
Cycloiden 150.

D.

Dämmerung, K. 321.
Dänen 295. 296.
Dagaks 297.
Declination, Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden oder Süden 64; K. 188.
Deprimirt, niedergedrückt, geschwächt.
Destillation, wenn man eine gemischte Flüssigkeit durch Verdunstung zerlegt, z. B. man destillirt den sich schneller verflüchtigenden Alkohol vom Wasser.
Deutsche 295. 296.
Devonisch, nennt man in England die Schichten, die der oberen Region unserer deutschen Grauwacke entsprechen.
Diamagnetismus 68.
Dichotomisch, gabelspaltig, z. B. Pflanzen, die sich stets in zwei gleich dicke Aeste zerspalten.
Dichtigkeit der Erde 58; K. 176, der Himmelskörper 27, der Körper 24. 27, des Meeres, K. 322.
Dickhäuter 120. 159.
Dicotyledonen, Pflanzen mit zwei Samenlappen, wie z. B. die Bohnen 117. 118. 144.
Differenz, Verschiedenheit.
Diffus, zerstreut.
Diluvial-Fluth-Periode oder Zeit 121; K. 302.
Diluvium 95. 96.
Dimension, Ausmessung.
Dinoris 158.
Dinotherium 161.
Dintenbeutel, fossiler, K. 285.
Disciplin, Lehrzweig, Wissenschaftszweig, K. 5.
Disharmonie, Nichtübereinstimmung.
Drehungsgesetz der Winde 218; K. 338.
Dodo 138.
Dogma, Lehrsatz.
Dogmatisch, schulgerecht, einer bestimmten Lehre gemäß.
Dolerit, ein aus Augit und Labrador gemengtes, dem Basalt ähnliches Gestein, K. 264.

Dolomitbildung 134; K. 276.
Donner 253.
Doppelsonnen 20; K. 93.
Doppelsterne 18; K. 93. 94.
Dudu 138.
Dunst 249.
Dunstbläschen 254.
Durchsetzen, nennt man es, wenn eine bereits ausgefüllte Spalte (ein Gang) von einer neuen durchschnitten wird.
Dynamische Ansichten, aus der Kraftlehre hergeleitete Ansichten.

E.

Ebbe 187; K. 324.
Echiniten 145.
Ecliptik, siehe Ekliptik.
Einheit des Menschengeschlechtes 294; K. 379.
Einschalige Muscheln 147.
Eisschliff 214.
Eistransport 171. 173.
Eitelkeit 318.
Ekliptik, die schräge Stellung der Erdaxe gegen die Erdbahn.
Elasmotherium 165.
Elektricität der Luft 253; K. 361.
Elektrische Spannung.
Elektrometer, Elektricitätsmesser.
Elemente 330.
Elephant 120. 163; K. 292.
Ellipse, als Form der Weltkörperbahnen 23.
Emissionsvermögen, Aussendungs- oder Ausstrahlungsvermögen.
Empirie oder Empirik, Erfahrung, unwissenschaftliche Belehrung durch bloße Erfahrung.
Empirisch, s. o.
Encyklopädisch, übersichtlich, lehrkreismäßig.
Endogen, im Innern entstanden, aus dem Innern hervorgehend.
Endogene Gesteine, K. 258. 267.
Engländer 295. 296.
Entfernung der Fixsterne 15.
Entwickelungsgesetz VII. 263. 336.
Eocän, hat Lyell die untersten Schichten der Molassegruppe genannt.
Epicykloide, ist eine Linie, welche ein Punkt eines Kreises beschreibt, den man um seinen Mittelpunkt dreht und gleichzeitig auf einer geraden oder krummen Linie schneller fortbewegt als er, als Rad behandelt, durch seine Umdrehung darauf fortrollen würde.
Equisetaceen 140.
Erdbeben 76. 80; K. 210.
Erde 22.
Erdlicht 70; K. 207.
Erloschene Vulkane, K. 256.
Erderschütterungen 76; K. 210.
Erdkruste 49.
Erdöl 83.
Erdrinde 105; K. 166.
Erhebung der Continente 121; K. 303.
Erhebungskrater 81; K. 234.
Erhebungssysteme 175. 184; K. 318.
Erhebungstheorie 175. 184.
Erica (Haide) 289.
Erkaltung der Erde 63. 104; K. 183.
Erosionsthäler, Auswaschungsthäler.
Erratische Blöcke 121. 169. 215; K. 299.
Erschütterungsgebiete 80; K. 210.
Erstarrungsbreccie 106.
Erstarrungsrinde 105.
Eruptiv 127.
Eruptivgesteine 101.
Eruptionsgesteine, soviel als Eruptivgesteine, K. 258.
Erzgänge 102; K. 279.
Eskimo's 295. 296. 297.
Etymologie, Wortforschung, Wortableitung.
Euphodit, ein dichter Porphyr, K. 263.
Europäer 300.
Evolutions-Bildungen, Bildungen der Entwickelung.
Excentrische Bahn, ist eine von der Kreisform abweichende Bahn.
Excessives Klima, K. 347.
Exotisch, fremdländisch.
Expandiren, ausdehnen.
Experimentiren, Vorgänge der Natur künstlich herbeiführen oder nachahmen.
Explosion, durch plötzliche Verbrennung von Gasarten hervorgebrachte heftige Erschütterung oder Zerstörung.

F.

Fähigkeiten 312.
Faltung der Erdkruste, K. 312. 318.
Farren (Farrenkräuter) 111. 115. 142.
Fauna, Thierwelt einer Gegend oder Zeit.
Feigheit 318.
Felsarten 92.
Felsenmeer, K. 261.
Feuchtigkeit der Atmosphäre 249; K. 359.
Feuerkugeln 120. 122.
Feuerspeiender Berg 76; K. 234.
Fiction, Erdichtung, Phantasiegebilde, falsche Vorstellung.

ge 121. 170. 215; K. 299.
der 295. 297.
dung, K. 310.
örniger Schnee der Hochalpen) 204.
würfe der Vulkane, K. 243.
112. 116. 150; K. 288.
e 13. 47; K. 93.
irge, ſoviel als Flötzformationen 94.
Pflanzenwelt einer Gegend oder Zeit K. 54. 376.
197.
187; K. 324; des Erdinnern

tiferen 144.
onen 98.
onsmeere, K. 301.
er Erde 51.
nzung der Organismen 278.
en der Gletſcher 210.
durch Ausgrabung aufgefunden.
Fährten 157; K. 285.
Fauna 144; K. 286.
Flora 141; K. 293.
Fülle 323. 327.
g, Häufigkeit.
r 235.
dank, K. 328.
n, Verrichtung.

G.

102.
gſpitze, K. 378.
ume 289.
ſch, die Erdausmeſſung betreffend.
296.
os-Inſeln 296.
:n 205.
n 150.
lationen 82; K. 225.
(Genus), zweite Abtheilungsſtufe der
ralien, Pflanzen und Thiere; die Gat-
zerfällt noch in Arten (Species).
rten, K. 260.
ketten 186.
kettenbildung 184; K. 318.
niß 325.
316. 323.
aft, K. 386.
ace 297.
io aequivoca 139. 266.
o spontanea 266; K. 373.
, aus der Entſtehung abgeleitet.
Genus, Gattung, ſ. d.
Geognoſie 91; K. 209.
Geognoſtiſche Epochen, K. 301.
Geognoſtiſcher Horizont, K. 291.
Geographie der Organismen 280; K. 376. 378.
Geographie der Pflanzen 280; K. 373. 375.
Geographie der Thiere 280; K. 373.
Geologie 91.
Georgier 296.
Germanen 296. 297. 299. 308.
Geröllfluth 121. 171.
Geſchichte der Organismen 136; K. 367.
Geſellige Pflanzen, K. 374.
Geſtalt der Continente 174.
Geſtalt der Erde 171.
Geſteine 92.
Geſteinsgänge 102.
Geſteinsmetamorphoſe (Geſteinsumwandlung) 130.
Gewicht der Erde 61.
Gewitter 252; K. 361.
Geyſer 84.
Geyſerkegel 88.
Glaselektricität, durch Reiben von Glas entſtehende poſitive Elektricität.
Gletſcher 204. (Bewegung) 210. (Schliffe) 214. (Theorie) 210. (Tiſche) 208.
Glimmerſchiefer, ein aus Quarz und Glimmer beſtehendes ſchieferiges Geſtein 99.
Gneiß, ein aus Quarz, Glimmer und Feldſpath beſtehendes ſchieferiges Geſtein 99.
Golfſtrom 201; K. 327.
Goniatiten 148.
Gothiſche Race 295.
Gräciſiren, griechiſch machen.
Gradmeſſungen 53. 55. 172.
Graduationen, Abſtufungen.
Granatbildung, K. 279.
Granit 92. 100. 104. 105. 107; K. 261. 300.
Grauwacke 95. 97. (Gruppe) 97. (Periode) 109.
Gravitationsgeſetz, Geſetz der Schwere 24.
Gravitiren, Schwere ausüben.
Griechen 295. 296. 297.
Grönländer 296.
Grobkalk, eine Formation der Molaſſegruppe 97.
Grünſtein, ein aus Feldſpath und Hornblende (oder Augit) gemengtes Geſtein 100. 105; K. 263.
Grundſtoffe 330.
Guanchen 296.
Gypsbildung 135; K. 278.

H.

Habituell, durch Gewohnheit zu eigen gemacht.
Haide, deren Verbreitung 289.
Halley'ſcher Komet 39; K. 113.
Harmonie, Uebereinſtimmung.
Haufenwolke 253; K. 366.
Hebe (der Planet) 22.
Hebräer 295. 297.
Hebung der Continente, K. 312. (des Landes) 75. 181.
Hebung Skandinaviens 181.
Heiße Quellen, K. 229.
Heliometer, Sonnenmeſſer.
Hemiſphäre, Halbkugel.
Herbſt 235.
Heterogenität, Ungleichartigkeit.
Hetruriſche Formation 97.
Heuſchrecken 279.
Hindu's 295. 296. 297.
Hirn des Menſchen 309.
Hirnregionen 311. 315.
Hirſche 164.
Hippuriten 145.
Höhe der Atmoſphäre 223.
Höhlenbär 166.
Hochſchädel 303.
Hochſeen 199.
Homogen, gleichartig.
Hornitos, K. 239.
Hottentotten 296. 297. 298. 299. 301. 302.
Hunde 165.
Hyänen 165.
Hydrarchos 120. 159.
Hydrographie, Waſſerkunde, Beſchreibung der Gewäſſer der Erde.
Hygrometer, Feuchtigkeitsmeſſer. Man beſtimmt mit deſſen Hülfe die Menge des als Dampf in der Luft befindlichen Waſſers.
Hyperboräer 296. 298. 299. 301.
Hyperſthenfels, ein aus Hyperſthen und Labrador gemengtes Geſtein. K. 263.
Hypotheſen, Wageſätze, unerwieſene Behauptungen.
Hypſometriſch, die Höhenmeſſung betreffend.

J.

Japaneſen 295. 301.
Japetiſche Race 296. 299. 300.
Ichthyoſaurus 153.
Identität, Gleichheit.
Idioten, geiſtig verkrüppelte Menſchen 320.
Imagination 325.
Imponderabilien (imponderabele Stoffe), unwägbare Stoffe, wie z. B. Licht, Wärme, Elektricität u. ſ. w.
Inclination 66. (Inclinationsnadel) 64. 65. (Inclinationslinien) 66. 67.
Indier 295. 296. 297. 298. 299.
Individualiſirung 256.
Inducirt, hervorgerufen, hergeleitet.
Induction, Herleitung, Folgerung, Schlußreihe.
Infiltration, Einſeihung.
Inflexion, Beugung.
Infuſorien 48. 144. 269. 270. 279; K. 267. 370.
Injection, Einſpritzung.
Inca-Race 303.
Innere Temperatur der Erde 61; K. 179.
Inſecten 150.
Inſelklima, K. 346.
Inſelvulkane, K. 253.
Integumente, äußere Häute oder Hüllen der Pflanzen und Thiere.
Intelligenz 316; K. 386.
Intenſität, innere Kraft, Stärke oder Anſpannung, z. B. des Magnetismus 67; K. 187. 192.
Intenſiv, durch innere Kraft ſtark.
Interferenz des Lichtes, Lichterſcheinungen, welche durch das Zuſammentreffen paralleler oder ziemlich paralleler Lichtſtrahlen hervorgebracht werden. Sie verſtärken oder ſchwächen ſich je nach Zuſammenpaſſen ihrer Wellen.
Intermittirend, periodiſch, unterbrochen.
Interplanetar, in unſer Sonnenſyſtem gehörig.
Intumescenz, Aufſchwellung, Geſchwulſt.
Invariabel, unveränderlich.
Jorullo, K. 230. 251.
Iranier 302.
Ird und Irdreich (259), ſoviel als Mineral und Mineralreich.
Iris (der Planet) 22.
Irrſterne 36.
Iſobarometriſche Linien, K. 337.
Iſochimenen 232; K. 340. 349. 353.
Iſodynamiſche Linien 67; K. 187. 192.
Iſogeothermen, K. 228.
Iſognomiſche Linien, magnetiſche Meridiane 65; K. 187.
Iſokliniſche Linien, Linien gleicher Neigung der Nadel 66; K. 187.
Iſotheren 232; K. 340. 349. 353.
Iſothermen 231; K. 340. 353.
Itakolumit, ein dünngeſchichtetes ſandſteins-

, biegsames Gestein, sogenannt vom
je Itakolumi in Brasilien.
296.
uppe 97. 117.
296. 115; K. 291.
er, Meer, in welchem die Juraforma-
abgelagert worden ist.
(der Planet) 22.

K.

116.
le 232.
ge 239.
Mongolen 295.
ne, K. 266.
, K. 232.
ken 295. 297. 298. 301.
Quellen 195; K. 228.
n 297. 298. 302. 303.
rie, der höchste Gattungsbegriff der
osophie.
n, dem positiven Ende der elektroche-
jen Kette zugehörig.
er 295. 296. 297. 298. 299. 300.
. 303.
-Inseln 282.
'sche Gesetze 24,
er Erde, K. 178.
er Kometen 36; K. 106.
95. 96. 113.
iure, sonst Kieselerde genannt. K. 283.
iebe 325.
s Leben, K. 369.
226; K. 304. 340. 347.
ologie, Klimakunde, K. 340.
er Kalkstein 133; K. 271.
bildung 111.
gruppe 97.
kalkstein 97.
lager 111.
periode 111.
säurequellen 83.
n 36; K. 90. 105. 111. 113.
er Kometen, K. 106.
n 109. 114. 116. 144. 269.
nbänke 270.
ninseln 271.
nriffe 270.
301.
er 295. 301.
ch, dem Weltraum angehörig.
che Materie, K. 89.
che Nebel, K. 158.
Kosmische Schleimblasen, K. 136.
Kosmisches Gewölk, K. 110.
Kosmos, K. 61. 80.
Kräfte 5; K. 56.
Kraft 6.
Krater, K. 240.
Krater des Mondes 35.
Krebse 150.
Kreide, K. 292.
Kreidegruppe 97. 118.
Kreidemeer, K. 301.
Kreidemergel 96.
Kreisende Erderschütterungen, K. 212.
Krokodil 157.
Kryptogamische Gewächse, Pflanzen mit unsichtbaren Geschlechtswerkzeugen, z. B. Farrenkräuter.
Krystall 257.
Krystallinische Massengesteine 100.
Krystallinische Schiefergesteine 99. 132.
Künstliche Mineralbildung, K. 281.
Küstenausdehnung 178.
Küstengestalt, K. 308.
Küstenklima, K. 346.
Küstenvulkane, K. 253.
Kupferschiefer 112.

L.

Ladung, z. B. elektrische, soviel als Spannung.
Lagerung der Gesteine 92.
Landgestaltung, K. 305.
Landhemisphäre 181.
Landseen 198.
Landwind, K. 339.
Landvertheilung 174. 180.
Langsame Hebung des Landes 181; K. 312.
Langschädel 303.
Lagoon-Islands 271.
Lappländer 295. 296. 298. 301.
Lateiner 295.
Lava 100. 106; K. 245.
Leben 9. 333.
Lebensbedingungen 139.
Lebenskräfte, K. 367.
Leiter, z. B. der Wärme, der Elektricität, nennt man einen Körper, der diese Wirkungen leicht durch sich fortpflanzt.
Leitmuscheln, nennt man die für gewisse Formationen oder Gesteinschichten besonders charakteristischen versteinerten Muscheln.
Leuchten der Erde 70; K. 207.
Leuchten der Thiere 73.
Leuchten der Weltkörper 70.

Lias 95. 96. 115.
Libellen 116.
Libration des Mondes, iſt die Schwankung deſſelben, durch welche es möglich wird, etwas mehr als die Hälfte ſeiner Oberfläche von der Erde aus zu ſehen, K. 104.
Lichtabſorption, Lichtaufnahme, Auffaugung.
Lichtlücken 17.
Lichtnebel 17.
Lichtpolariſation 41.
Lichtwolken, K. 106.
Lignit, foſſiles Holz in noch brennbarem Zuſtande, K. 297.
Liquidum, Flüſſigkeit.
Litoral, Küſtengebiet.
Llanos, K. 265.
Local, örtlich.
Locale Klimate, K. 352.
Löwen 166.
London clay (Londonthon), eine Formation der Molaſſegruppe 97.
Luft 217.
Luftdruck 225; K. 335.
Luftelektricität, K. 335. 361.
Luftmeer 217; K. 332.
Luftquellen 82; K. 226.
Lycopodien 111. 141.

M.

Madekaſſen 297.
Magelhaniſche Wolken, K. 88.
Magnetiſche Gewitter 65; K. 185. 198.
Magnetiſcher Meridian 65.
Magnetiſche Pole 65.
Magnetiſche Wagen, K. 187.
Magnetismus der Erde 64; K. 184.
Malayen 295. 296. 297. 298. 299. 300.
Mammuth 120.
Mandſchu's 295. 301.
Manie 320.
Manito 162.
Mars (der Planet) 22.
Maßliebchen 289.
Maſtodon 162; K. 292.
Maximum, das Größte, Aeußerſte.
Medium, ſo viel als Subſtanz.
Meer 199; K. 304.
Meeresfauna, K. 330.
Meeresleuchten 70.
Meeresnähe der Vulkane, K. 254.
Meeresniveau, K. 324.
Meeresſtrömungen 200; K. 326.
Meerlilien 109. 145.
Megalonyx 161.
Megaloſaurus 155.
Megatherium 160.
Melaphyr, ein vorzugsweiſe aus Pyroxen beſtehendes Geſtein, auch ſchwarzer Porphyr oder Augitporphyr genannt 106; K. 264.
Menſch 110. 167. 267. 293; K. 378.
Menſchengeiſt 340.
Menſchengeſchlecht, K. 378.
Menſchenracen 295; K. 379. 382.
Merkur (der Planet) 22.
Metamorphiſch, umgewandelt 125.
Metamorphiſche Geſteine 129; K. 258. 267. 269. 271.
Metamorphoſe, Umwandlung.
Meteor-Aſteroiden, K. 142.
Meteor-Eiſen, K. 134.
Meteor-Infuſorien, K. 373.
Meteorologie, K. 364.
Meteorſtaub, K. 123.
Meteorſteine 42. 127; K. 120.
Meteorſteinfall 44.
Mexikaner 296.
Miascit, ein granitähnliches Geſtein am Ural, K. 264.
Miasmen, ſchädliche Luftarten, K. 334.
Milchſtraße 16; K. 157.
Mineralgänge 102.
Mineralquellen 196; K. 230.
Mineralſpecies 257.
Minimum, Geringſtes.
Miſſurium 163.
Mittlere Höhe Frankreichs, K. 315.
Mittlere Jahreswärme 342.
Mittlere Temperatur 231; K. 342.
Mixamiten 300.
Moſetten, Gasquellen, K. 226.
Molaſſegruppe und Epoche 97. 118. 119.
Molecul, kleinſtes Theilchen, Atom, K. 67.
Molecularbewegung, unſichtbare Bewegung ſolcher kleinſter Theilchen.
Mond 22. 30; K. 94. 100. 104.
Mondbahn 31.
Mondgebirge 35.
Mondoberfläche 32.
Mondvulkane 36.
Mongolen 295. 297. 298. 301. 302.
Monocotyledone Gewächſe, Pflanzen, welche mit einem Samenlappen keimen, wie Gräſer 143.
Monomanie 320.
Monſum, K. 339.
Moos- und Flechtenzone 289.
Moränen 205.
Morphologie, Formenlehre.
Moſoſaurus 155.

veggrund, Antrieb.
221.
95. 96. 97. 114.
46.
60.
ine Unzahl.

N.

115. 144.
301.
e 303.
alter 313.
83.
familien, natürliche Abtheilungen
e oder Pflanzen.
1.
).
des Geiſtes, K. 384.
phie VIII. 9. 339; K. 69.
9.
16. 149.

17; K. 86. 87. 93. 157.

K. 88. 160.
n, K. 94. 100. 103.
neinend, wird aber auch als po-
zenſatz von poſitiv gebraucht.
297. 298. 301. 302.
Magnetnadel 66; K. 187.
Geſteinsſchichten zwiſchen Kreide-
igruppe.
Planet) 22. 27.
125. 128. 129.
Ablagerungen 94.
Anſichten 124.
Geſteine 128.
Stamm 299. 300.
296.
7.
3.
eſchiebe 121. 270; K. 299.
5; K. 198.
he, K. 203.
hänomen, reichlicher Sternſchnup-
n den Nächten zwiſchen dem 12.
November, K. 130.
96.
eigung, insbeſondere das Schwan-
Neigung der Erdaxe, welches ge-
Winkelminuten beträgt und Zeit-
on 18 Jahren 7½ Monaten

O.

Oberer Quaderſandſtein 95.
Oberflächenformen 176; K. 317.
Objectiv, gegenſtändlich, wenn man von ſich abſieht, Gegenſatz von ſubjectiv.
Occidentaliſcher Stamm 301.
Oceanier 297. 298.
Oceaniſch, K. 304.
Ochſen 165.
Oeffnungen im Himmel, K. 159.
Ordnung, Abtheilung im Stein-, Pflanzen- und Thierreich. Die Ordnung enthält in ſich Familien, dieſe Gattungen, dieſe Arten. Mehrere Ordnungen bilden eine Claſſe.
Organe des Gehirns 311.
Organiſche Geſteinsbildungen 129.
Organiſche Weſen 108.
Organiſches Leben 254. 333; K. 304.
Drographie, Gebirgsbeſchreibung.
Orthoceratiten (Orthoceren) 109. 149.
Oscillationen, Schwankungen.
Oscilliren, hin- und herſchwanken.
Oſteologiſch, die Knochenlehre betreffend.
Oſtiäken 301.
Owa's 297. 300.
Oxydiren, nennt man es, wenn irgend eine Subſtanz, beſonders ein Metall ſich mit Sauerſtoff (Oxygen) verbindet, z. B. wenn Eiſen roſtet.

P.

Pachydermen (Dickhäuter) 159.
Paläontologie, Verſteinerungslehre.
Palmen 119. 144. (Palmenzone) 292.
Panther 166.
Papu's 296. 297. 298. 299. 301. 302.
Papuenſer 296.
Paradies 303. 308.
Parallactiſcher Winkel, Winkel der Parallaxe 14.
Parallaxe 14; K. 92.
Parther 295.
Partiell, theilweiſe.
Paſſagepunkt, Durchgangspunkt der Sterne.
Paſſatwinde 247.
Paſſive Völkerſtämme 302.
Patagonier 296. 299. 301.
Pelasger 295. 296. 297. 299. 300.
Pendelablenkung 59.
Pendelbeobachtungen 55.
Pendelmeſſungen 55; K. 175.
Perihelium, Sonnenhöhe.

Permanent, beständig, immer bleibend.
Permisches System 113.
Perpetuirlich, ununterbrochen.
Perser 295.
Peruaner 296.
Perturbation, Störung.
Petridelauniſche Fluth, Geröllfluth, Steine tragende Fluth 120. 171.
Pferde 165.
Pflanzen 256. 258. 278.
Pflanzengeſchichte, K. 297. (Pflanzenleben) K. 369.
Phänomen, Erſcheinung.
Phanerogamen, Pflanzen mit deutlichen Blüthen.
Phaſen, verſchiedene Anſichten, insbeſondere Lichtgeſtalten, z. B. die des Mondes.
Philoſophie VI. 324. 339.
Phrenologie 310.
Phönizier 295. 296.
Phonolith, ein dichtes baſaltähnliches, aber ſchieferiges Geſtein 100. 106; K. 264.
Phyſiſche Proceſſe, natürliche Vorgänge.
Phyſiologie, Naturlehre belebter Körper.
Placoiden 150.
Planetariſche Nebel, K. 88.
Planeten, K. 94.
Planetenbahnen 22.
Planetenſyſtem 22; K. 94.
Pleſioſaurus 154.
Plutoniſch 124. 125. 126. 127; K. 244. 258. 270.
Plutoniſche Geſteine 102.
Polariſation des Lichtes 41.
Polariſcop, Inſtrument um die Polariſation des Lichtes zu meſſen.
Polariſirtes Licht 41.
Polarität, die ausgeſprochene Entgegenſetzung zweier Richtungen.
Polarlichter 70.
Polarſtrom, K. 247. 322.
Polen 295. 296.
Polyneſier 296. 300.
Polythalamien 144.
Porphyr 100. 106.
Poſitiv, bejahend, wird aber auch als polarer Gegenſatz von negativ gebraucht.
Prämiſſen, Vorderſätze.
Primitiv, urſprünglich.
Primitivgeſteine 105.
Prismatiſcher Doppelſpath, eine Art Kalkſpath.
Problem, Aufgabe (noch zu löſende).
Producte der Vulkane, K. 245.
Productionen, Hervorbringungen.
Prognatiſcher Stamm 301.
Progreſſion, gleichmäßige Zu- oder Abnahme in einer Reihe.
Prolegomena, Vorbemerkungen.
Promethiſch, vom Prometheus hergeleitet.
Proportionen, Verhältniſſe.
Pſychiſch, ſeeliſch.
Pſychrometer, Feuchtigkeitsmeſſer.
Pterodactylus 116. 156.
Pyroſomen (leuchtende Thiere) 73.

Q.

Quaderſandſtein 96; K. 392.
Qualitativ, die Beſonderheit des Gehaltes betreffend.
Quantitativ, die Größe der Maſſe betreffend.
Quarz-Porphyr, K. 263.
Quellen 194; K. 228.

R.

Radak-Inſeln 284.
Raubthiere 165.
Rauch 249.
Raupen 279.
Reaction, Rückwirkung.
Reflectiren, zurückwerfen, nachdenken.
Reflexion, Zurückwerfung, z. B. des Lichtes.
Regen 249.
Regenmenge 252; K. 359.
Reibungs-Conglomerat, K. 282.
Reich der Mooſe und Saxifragen 290.
Reif 249.
Reihenvulkane 80; K. 249.
Reproductionsorgane, Wiedererzeugungsorgane, Geſchlechtstheile.
Reptilien 151.
Reſinöſe Elektricität, Harzelektricität, die z. B. durch Reiben des Bernſteins entſteht und der poſitiven Glaselektricität entgegengeſetzt iſt, deshalb auch negativ genannt wird.
Reſpiration, Einathmung 220.
Rhinoceros 163.
Rieſentöpfe 216.
Rillen auf dem Monde 36.
Rinde der Erde, K. 166.
Ringgebirge des Mondes 35.
Ringinſeln 271.
Römer 296.
Rotation, Umdrehung.
Rotationsaxe, Drehungsaxe.

Rotationsebene, Umdrehungsebene, K. 98.
Rotations-Sphäroid, eine durch Umdrehung um eine Axe abgeplattete Kugel. K. 171.
Rotations-Strom, K. 326.
Rothe Race 297. 298.
Rother Schnee, K. 372.
Rothliegendes 95. 96. 112.
Rückblick 329.
Ruſſen 295.

S.

Säugethiere 116. 118. 120. 158.
Sahlbänder, nennt man das, was zunächſt an den Spaltenwänden der Gänge (Spaltenausfüllungen) liegt.
Salſen, K. 232.
Salzſoolen 196.
Samojeden 295. 301.
Sanſcrit-Race 295. 300.
Saturn (der Planet) 22.
Saturnustrabanten, K. 100.
Sauerſtoff der Atmoſphäre 118. 220.
Saurier 114. 116. 117. 154; K. 287.
Schaffen, K. 87.
Schafthalme 111. 115.
Schematismus, Vorbildung, ideale Vorbildung.
Schichtgeſteine 93.
Schiefer, K. 266.
Schiefergeſteine 99.
Schlammvulkane, K. 234.
Schnecken 147.
Schnee 249.
Schneegrenze 230; K. 355.
Schotten 296.
Schutthügel 121.
Schuttland, K. 265. 292.
Schwärmerei 318.
Schwarze Race 297. 298.
Schwefel, K. 278.
Schwefelwaſſerſtoffgas 83.
Schwerpunkt, nennt man den Punkt eines Körpers, in welchem der Wirkung nach ſeine ganze Schwere concentrirt iſt, der z. B. jedenfalls unterſtützt ſein muß, wenn der Körper nicht fallen ſoll. Bei einer durch und durch gleichartigen Kugel fällt der Schwerpunkt allemal mit dem Mittelpunkt zuſammen. Wenn aber z. B. die eine Hälfte der Kugel aus Blei, die andere aus Holz beſteht, ſo fällt jedenfalls der Schwerpunkt der ganzen Kugel weit in die Bleihälfte hinein.
Schwerpunkt der Länder, K. 319.
Scorpione 150.
Scythen 295. 298. 299.
Satelliten, K. 99.
Seculäre Schwankungen 65.
Seculär, Jahrhunderte umfaſſenden Perioden angehörig.
Secundärformationen, K. 264.
Sedimentgeſteine 94.
Seeklima 233.
Seeſterne 145.
Seewind, K. 339.
Segment, Abſchnitt.
Selbſtachtung 321.
Selenitiſch, mondlich, dem Mond angehörig.
Semiten 300.
Senkung des Landes 76. 181. 183.
Senkungsfelder 76.
Serpentin, K. 263.
Sibirier 295.
Sideriſch, den geſtirnten Himmel betreffend, himmliſch im phyſiſchen Sinne.
Sigillarien 143.
Siluriſch, nennt man in England die Schichten, die der mittleren Region der deutſchen Grauwacke entſprechen.
Sindfluth 167.
Sinken des Landes 181; K. 314.
Sinkt das Meer? K. 316.
Skandinavier 296.
Slaven 295. 300.
Solariſch-lunar, von Sonne u. Mond abhängig.
Solidariſch, gegenſeitig.
Sonnen, K. 93.
Sonnenſyſtem 22; K. 94.
Species (Art), die unterſte Eintheilungsſtufe der Mineralien, Pflanzen und Thiere, z. B. der Löwe iſt eine Thierſpecies, der Tiger eine andere Species, die aber beide einer Gattung (Genus) angehören.
Specifiſches Gewicht, Eigenſchwere der Körper im Vergleich zu ihrer Raumausdehnung, man pflegt in der Regel bei feſten Körpern ihr ſpecifiſches Gewicht mit dem des Waſſers zu vergleichen und ſagt z. B., das ſpecifiſche Gewicht eines Körpers iſt gleich 0,5 (1/2) oder gleich 2, wenn ein beſtimmtes Volumen deſſelben halb ſo ſchwer oder noch einmal ſo ſchwer iſt als ein gleiches Volumen Waſſer.
Speculation, iſt der Gegenſatz von Empirie, ſ. d.
Sphäre, Kugel, auch bildlich gebraucht, Wirkungskreis, Region.
Spiralen, nennt man zwei Arten krummer Linien. Einmal die, welche der Axe eines Fadens entſprechen, den man in einer Ebene um ſich ſelbſt aufgewickelt hat (ebene Spi-

rale); dann aber auch die den Gewinden der Schrauben entſprechenden (aufſteigenden Spiralen), ſie können rechts oder links gewunden ſein.
Sporaden, zerſtreut liegende (z. B. Inſeln).
Sporadiſch, vereinzelt.
Sprache, K. 383.
Springquellen 196.
Stabilität, Beſtändigkeit, Gleichmäßigkeit.
Statik des organiſchen Lebens 277.
Steinkohlenformation 96. 97; K. 293.
Steinſalz 136. 278.
Steppen, K. 265.
Stern-Aichung 15; K. 92.
Sternbildung. K. 87.
Sternhaufen 16; K. 158.
Sternlücken 17; K. 159.
Sternſchnuppen 42; K. 94. 120.
Sternſchnuppenſchwärme 22.43; K. 121. 126.
Sternſchwärme, K. 88. 158.
Stigmarien 111. 143.
Stirn 316.
Strahlenbrechung 33.
Stratus 253.
Streichrichtung, Horizontalerſtreckung einer geneigten Ebene.
Strom des heiligen Laurentius, K. 130.
Stoffe 5.
Stylaſteriden 145.
Subjectiv, perſönlich, von dem Ich ausgehend und auf daſſelbe bezüglich (Gegenſatz von objectiv).
Sublimation, Verflüchtigung und Feſtwerden aus Dämpfen, K. 259.
Sublimiren, aus Dampfform feſt werden.
Subtilität, Genauigkeit, Feinheit des Verfahrens.
Sündfluth-Menſch, K. 288.
Süßwaſſerkalkſtein. K. 266.
Sumpfgewächſe 117.
Syenit, ein kryſtalliniſches Gemenge aus Feldſpath und Hornblende 100; K. 261.
Symboliſirend, verſinnlichend, ſinnbildlich darſtellend.

T.

Tagaleſen 285.
Talent 318.
Talkſchiefer 99.
Tangentialkraft, Kraft, welche in tangentialer Richtung wirkt, wie die ſogenannte Centrifugalkraft. Es iſt eigentlich keine beſondere Kraft.
Tang-Wieſen, K. 328.
Tartaren 295. 297. 300. 301.
Tasmanier 297.
Teleoſaurus 157.
Teleſcopiſch nur durch ein gutes Fernrohr ſichtbar.
Teleſcopiſche Planeten, K. 94.
Telluriſch, die Erde betreffend.
Temperatur der Erdoberfläche 227.
Temperatur der Luft 240.
Temperatur des Meeres, K. 322.
Temperaturwechſel 243.
Tenuität, Dünnheit, Grad der Ausdehnung.
Terebrateln 146.
Terra incognita, unbekanntes Land, auch bildlich: unbekanntes Gebiet.
Tertiär, der Molaſſegruppe angehörig. 97.
Tertiärformationen 118; K. 264.
Tertiärgebilde, iſt gleich Molaſſegebilde 97; K. 292.
Teutonen 297. 300.
Thaupunkt, K. 358.
Thermalquellen, Quellen von hoher Temperatur.
Thermen, warme Quellen.
Thermiſch, warm, von Wärme abhängig.
Thermomagnetiſch, durch Wärme magnetiſch.
Thermometer, dieſe ſind für wiſſenſchaftliche Zwecke gewöhnlich nach Celſius, d. h. in 100 Grade zwiſchen Thau- und Siedpunkt eingetheilt, man nennt das auch die Centeſimaleintheilung (C.). Im gewöhnlichen Leben findet man aber bei uns ſehr oft die Reaumur'ſche (R.) und in England die Fahrenheit'ſche (F.) Eintheilung. Dieſe verhalten ſich ſo zu einander:

C.°	R.°	F.
100	80	212
95	76	203
90	72	194
85	68	185
80	64	176
75	60	167
70	56	158
65	52	149
60	48	140
55	44	131
50	40	122
45	36	113
40	32	104
35	28	95
30	24	86
25	20	77
20	16	68
15	12	59
10	8	50
5	4	41
0	0	32

Unter 0 Grad iſt das Verhältniß natürlich daſſelbe, nur daß die Fahrenheit'ſche Skala bei ziemlich genau — 16° C. oder — 12,8° R. erſt ihren Nullpunkt erreicht.

y, Inſtrument, durch welches man eine Wärmeunterſchiede beobachten Gewöhnlich benutzt man dazu die ung der Elektricität durch Wärme.
3. 259. 278.
Wärme 223.
icht, K. 142.
im Eiſe, K. 369.
im Meere, K. 370.
).
198; K. 314.
).
niſch, was die genaue Beſchreibung arſtellung einer Gegend betrifft.
iſt ein hauptſächlich aus glaſigem th beſtehendes kryſtalliniſches Geſtein 106; K. 264.
ll, nur durch mündlichen Nachrichten
.
sgebirge, Uebergangsgebirge, Grauruppe 97.
n, Fortbewegung.
riſch, von der Fortbewegung abhänrübergehend.
ine unregelmäßig vierſeitige Figur.
, eine Art Kalktuff, K. 260. 266.
K. 295.
e, auch blos Trias genannt 97.
K. 291.
109. 150.
), Erdzone zwiſchen den Wende-
:ſtein, ein aus Bruchſtücken zuſammtetes Geſtein, K. 281.
1 301.
15. 297.
302. 303.
297. 301.
rakteriſtiſche Formen. Grundformen.

U.

lgebirge (Uebergangsformationen, ſo- Grauwackengebilde), K. 264.
ten der Planeten 24.
l, Wellenbewegung.
95.
naderſandſtein 95.
ger Donner, K. 216.
2.
ch, ſo viel als ſideriſch, ſ. d.
(Urgeſteine) 105.
266.

V.

Variation, Veränderung, Abweichung.
Vegetations-Epochen, K. 293.
Vegetationszonen 281.
Venus 22.
Verbreitung der Organismen 280.
Verbreitung des Lebens 280; K. 372.
Verkieſelung, K. 272.
Verſteinerungen 137; K. 285.
Virzimbern 296.
Viſionsradien, Sehlinien, Geſichtslinien.
Vögel 114. 157.
Vulkane 74; 234. 236.
Vulkaniſch 125. 126. 127; K. 244. 258.
Vulkaniſche Eruption 75.
Vulkaniſche Geſteine 101.
Vulkaniſche Gewitter, K. 243.
Vulkaniſche Thätigkeit 74. 127; K. 243.
Vulkanismus 74; K. 26. 209.
Vulkaniſten 124.
Vulkanicität, K. 257.

W.

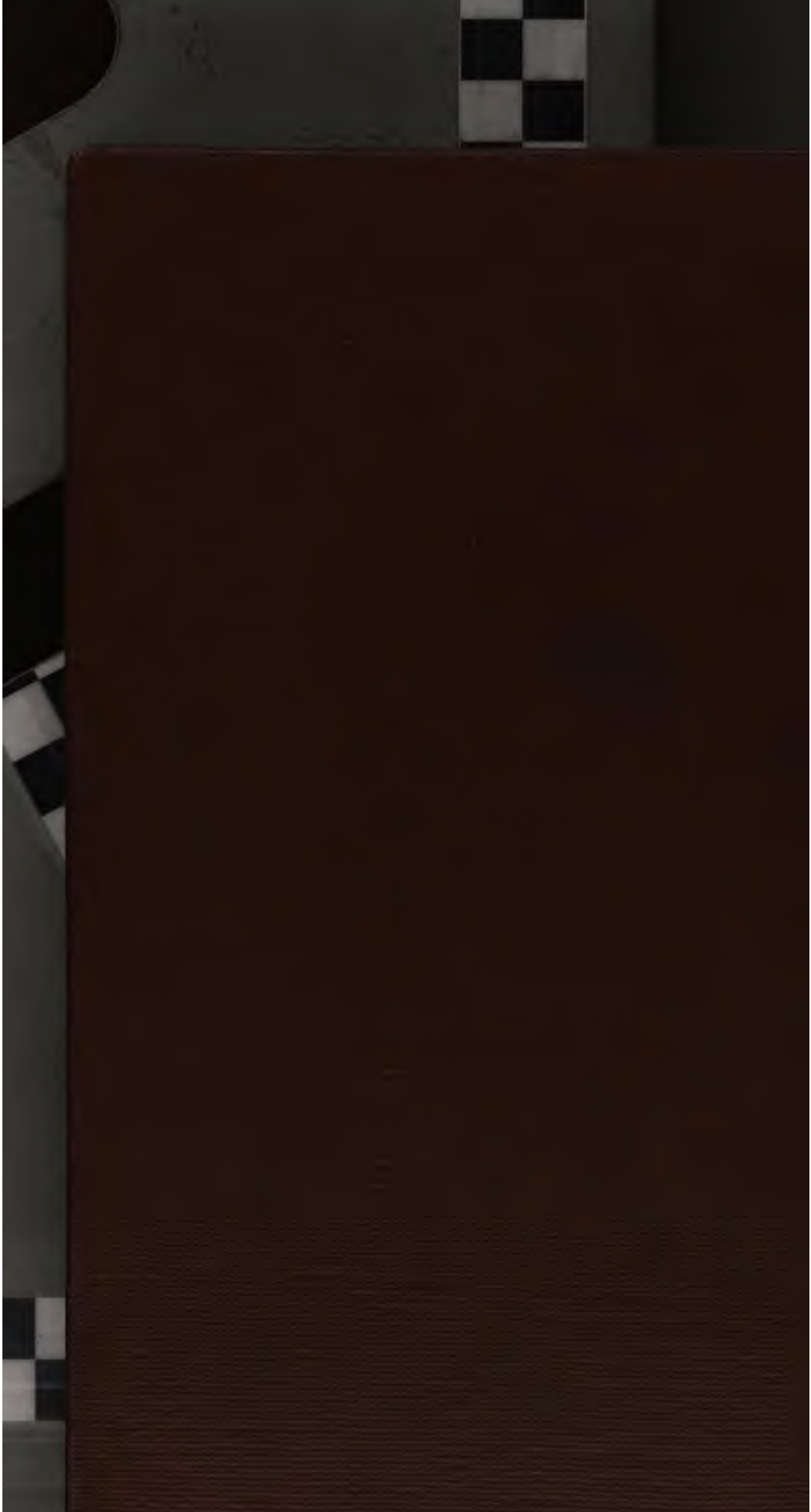
Wärmeabnahme in Gebirgen 244; K. 354. (im Meere) K. 321.
Wärmeäquator 232.
Wärmebewegung im Erdinnern, K. 181.
Wärme der Erde 61.
Wärmeentbindung, Freiwerden von gebundener (latenter, unwahrnehmbarer) Wärme. So wird z. B. Wärme frei, wenn man Luft zuſammenpreßt.
Wärmelinien 231; K. 346.
Wärmevertheilung, K. 340.
Wahnſinn, K. 95. 96.
Wanderung der Pflanzen 283.
Warme Quellen 195.
Waſſer 334.
Waſſerhemiſphäre 181.
Wealden, eine Flötzformation 117.
Wegebreit 282.
Weincultur, K. 350.
Weintödter 238.
Weiße Race 297. 298.
Wellenbewegung 333.
Weltäther 21.
Weltdunſt, K. 86. 94.
Weltinſel 21; K. 92.
Weltkörperbahnen 330.
Weltmeer 199.
Weltſtoffe 44.
Wenden 295.

Wetter 236.
Wetterprophezeihung 238.
Wetterregeln 238.
Wetterurſachen 237. 240.
Wiege des Menſchengeſchlechtes, K. 381.
Winde 244.
Witterung, K. 364.
Witterungserſcheinungen, K. 337.
Wolken 249. 250. 253.
Wurfkraft 27.

Z.

Zahmheit der Thiere 288.
Zechſtein 95. 112.
Zechſteingruppe 97.
Zenith, höchſter Punkt des Himmels, Scheitelpunkt, eine Linie, welche wir uns vom Mittelpunkt der Erde durch unſeren Standpunkt in den Weltraum verlängert denken, durchſchneidet den Zenith.
Zeuglodon 159.
Zigeuner 297.
Zodiakallicht 22; K. 89. 95. 143.
Zone der Alpenpflanzen 200.
Zone der Nadelhölzer 290. 292.
Zone der immergrünen Laubhölzer 291. 292.
Zone der ſommergrünen Laubhölzer 291. 292.
Zonen der Organismen 288.
Zweckmäßigkeit 337.
Zweiſchalige Muſcheln 146.

Berichtigungen.

S. 34 Z. 12 v. u. ſtatt eines atmoſphäriſchen l. einer Atmoſphäre
S. 92 Z. 10 v. o. ſtatt weiſt l. ausweiſt
S. 103 Z. 7 v. o. ſtatt bildlich l. ideal
S. 121 Z. 19 v. o. ſtatt Aſar l. Åſar
S. 137 Z. 1 v. o. ſtatt Brown's l. Bronn's
S. 151 Unter dem Holzſchnitt fehlt:
Pterichthys.
S. 156 Z. 10 v. u. ſtatt dieſe l. die
S. „ Z. 7 v. u. ſtatt geweſen l. iſt
S. 176 Z. 21 v. o. ſtatt ſtehen geblieben l. zerſtört werden
S. 203 Z. 10 v. u. ſtatt Georgia l. Chiogia
S. 263 Z. 19 v. o. ſtatt Geſetz l. beſonderes Geſetz
S. 281 Z. 2 v. u. ſtatt örtliche l. andere
S. 284 Z. 12 v. o. ſtatt würde dieſe Inſel l. würden dieſe Inſeln
S. 285 Z. 19 v. o. ſtatt Landesproducte l. Landproducte

Druck von J. B. Hirſchfeld in Leipzig.